

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS PECUARIAS  
CON ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**INFLUENCIA DE LA ÉPOCA ANUAL Y EL NUMERO  
LACTACIONAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE, LOS  
ÍNDICES REPRODUCTIVOS Y LA CURVA DE LACTACIÓN  
EN VACAS PARDO SUIZO EN CONDICIONES DE  
TECNOLOGÍA LECHERA INTENSIVA EN EL TRÓPICO  
HÚMEDO PREMONTANO**

**POR**



**ING. RAÚL ELÍAS ACEVEDO CANO**

**CEDULA 8 – 769 - 1955**

**PANAMA, REP. DE PANAMA**

**2012**

ST

**APROBACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE PANAMA  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PRODUCCION ANIMAL**

Sr Director del Programa de Maestria en Ciencias Pecuarias

Sr Director de Investigacion y Postgrado

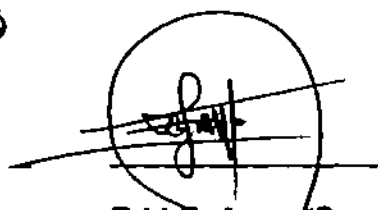
Es grato recomendar la investigacion elaborada bajo nuestra supervision por el  
señor Ing **Raul Elias Acevedo Cano** con cédula **8 - 769 - 1955**

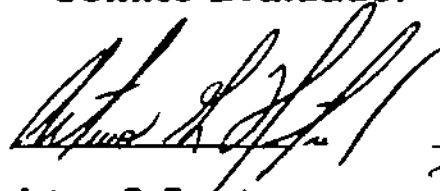
**Titulo de la investigación (Trabajo de Tesis)**

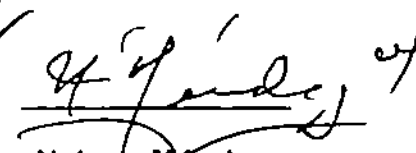
**INFLUENCIA DE LA EPOCA ANUAL Y EL NUMERO LACTACIONAL SOBRE  
LA PRODUCCIÓN DE LECHE, LOS INDICES REPRODUCTIVOS Y LA  
CURVA DE LACTACIÓN EN VACAS PARDO SUIZO EN CONDICIONES DE  
TECNOLOGIA LECHERA INTENSIVA EN EL TRÓPICO HUMEDO  
PREMONTANO**

Se acepto como requisito parcial para optar por el Grado academico de Maestria  
en Produccion Animal por

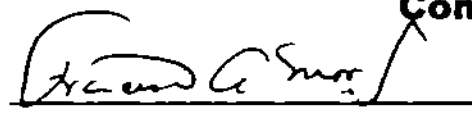
**Comite Evaluador**

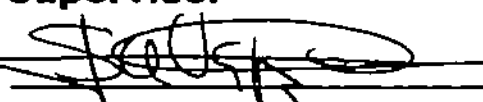
  
**Edil E. Arauz S**  
Profesor, Ing, M Sc  
Director de Tesis

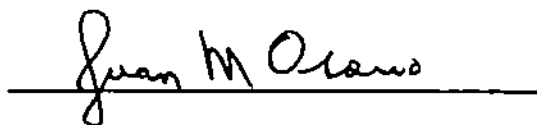
  
**Arturo G. Fuentes**  
Prof Ing M Sc  
Miembro del Comité

  
**Nelson Méndez**  
Prof DMV M Sc  
Miembro de Comité

**Comite Supervisor**

  
**Prof Dr Francisco Mora Ph D**  
Coordinador Programa de  
Maestria Panama

  
**Prof Ing Simón Vázquez M Sc**  
Director de Invest y Postgrado  
FCA

  
**Dr Juan M. Osonó Ph D**  
Decano

30 ENE 2013

Obsequio

17676

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a **Dios** sobre todas las cosas por haber sido mi guía y compañero A mi **Padre** y mi **Madre** por su apoyo moral y economico A mis **hermanos** y toda mi familia y amigos

A la los **Propietarios de la Finca Hacienda Buena Vista** por facilitarnos sus datos informaciones e instalaciones para el desarrollo de este Trabajo de Grado

Al **Profesor Edil E Arauz** que con su esfuerzo y dedicacion nos bnndo todo su apoyo y asesoramiento para el desarrollo de la investigacion A los profesores **Nelson Mendez** y **Arturo Fuentes** miembros del Comite Evaluador y muy especialmente al **Profesor Doctor Francisco Mora** por ofrecemos toda la informacion y coordinacion por su paciencia y consejos

*Ing Raúl Elías Acevedo Cano*

## DEDICATORIA

A mis padres **Raul E Acevedo C** y **Lucina Cano** por su apoyo moral y financiero. Además por su interés para que fuera alguien en el día de mañana por permitirme hacer realidad mis sueños y culminar mis estudios.

A mi hijo **Raul Olmedo Acevedo Peralta** para que se esfuerce y logre sus metas y sea un gran profesional en la vida.

A todos mis amigos y compañeros que se interesaron por mi bienestar y estudios. Gracias por todo su apoyo.

*Ing Raúl Elías Acevedo Cano*



# INFLUENCIA DE LA EPOCA ANUAL Y EL NUMERO LACTACIONAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE LOS INDICES REPRODUCTIVOS Y LA CURVA DE LACTACION EN VACAS PARDO SUIZO EN CONDICIONES DE TECNOLOGIA LECHERA INTENSIVA EN EL TRÓPICO HUMEDO PREMONTANO

Raul Elias Acevedo Cano

Octubre, 2012

## RESUMEN

**PALABRAS CLAVES** Lactacion Índices Reproductivos Holstein Pardo Suizo Trópico Estres Calórico Producción de Leche ITH ITH ajustado Energía Neta para Leche Balance de Proteína Total Finca Grado A Curva de Lactacion Pastoreo Temperatura Ambiental Diurna Producción a 100 días Producción a 305 días Balance de Carbohidratos Estructurales Totales

La producción de leche acumulada hasta los 100 días fue evaluada según la época anual para lo cual se utilizaron el historial lactacional de 264 vacas Pardo Suizo de las cuales 132 hubiesen tenido su fase lactacional inicial en la época seca (15 de noviembre – 15 de abril con parto entre Nov 15 a Febrero 15) y 132 en la época lluviosa (15 de Junio al 15 de Noviembre con partos entre 15 de junio al 15 de agosto). La producción de leche acumulada en 100 y 305 días no fueron diferentes según la época anual ( $P > 0.05$ ) si fueron entre las primeras tres lactaciones ( $P < 0.001$ ) y la interacción entre época y las lactaciones solo resultó para la producción en 100 días ( $P < 0.0001$ ). La producción en 100 días en la época seca aumento de la 1<sup>a</sup> (1458.77) a la 2<sup>da</sup> (1912.69 kg) y disminuyó a la 3<sup>ra</sup> lactación (1844.48 kg) y en la época lluviosa fue 1437.11 1759.79 y 1882.38 kg. Ambos rendimientos lactacionales (100 y 305 días) fueron reducidos por la época seca a partir de la 2<sup>da</sup> lactación. Un total de 963 registros de producción real a 100 y 305 días fueron extraídas de un total de 1500 lactaciones procedentes de vacas Pardo Suizo las cuales fueron asociadas con el efecto de las primeras diez lactancias ( $P < 0.001$ ) donde el intervalo entre partos previo ( $P < 0.001$ ) y el periodo seco ( $P < 0.001$ ) mostraron su efecto covarativo. El patrón lactacional mostro un incremento en la capacidad lactogénica de + 26.13% (+ 983.6 kg) con una fase estable entre la 3<sup>ra</sup> y 7<sup>ma</sup> lactación y luego disminuyó entre la 7<sup>ma</sup> y 10<sup>ma</sup> lactación en – 19.45% (915.9 kg). La sostenibilidad lactacional hasta la decima fase de producción fue en producción real 77.72% producción a 305 días 79.63% y según la producción a 100 días resultó en 83.77%. La longitud del periodo de producción en los puntos críticos en la 1<sup>a</sup> 3<sup>ra</sup> 7<sup>ma</sup> y 10<sup>ma</sup> lactación fueron 347 341 326 y 314 días. El ciclo de reproducción – producción promedio para en los registros evaluados mostro un intervalo entre partos de 435.64 días longitud gestacional 284.05 días periodo abierto 151.6 día y la duración lactacional de 330.13 días. El periodo abierto en las primeras cinco lactaciones fue 114 185 159 153 y 129 días ( $P < 0.01$ ) lo cual se incremento a su máximo en la 2<sup>da</sup> lactación. Al aumentar la PL100 días de 1500 a 2000 kg y la PL305 días de 4000 a 5000 kg de leche aumento el periodo abierto potencialmente. El aumento de la producción de leche en las tres primeras lactaciones estuvo asociado con un aumento de los servicios por concepción. En las primeras cinco lactaciones la producción inicial fue 11.05 12.21 15.53 14.16 y 13.85 kg el incremento lactacional 0.093 0.162 0.112 0.137 y 0.129 la

producción máxima fue 14 25 19 48 21 25 20 49 y 19 52 kg a los 42 49 47 41 y 39 días después del parto respectivamente. Estos indicadores describen la curva de lactación típica para las primeras cinco lactaciones en vacas Pardo Suizo por lo cual la producción acumulada hasta los 305 días en las cuatro lactaciones iniciales fue estimada en 3785 29 (66 7%) 4939 88 (87%) 5677 57 (100%) y 5064 52 kg (89 0%) según la descripción curvo lineal mediante la función gamma incompleta de la trayectoria lactacional. La tercera lactación fue la que mayor intercepto y máximo de producción alcanzó según la biología de la vaca lechera moderna sin embargo se produjo un detenimiento en la capacidad lactogénica evidenciada desde la 4<sup>ta</sup> lactación. El cierre lactacional correspondiente fue 9 5 11 25 14 20 y 11 08 kg en 305 días ( $P < 0.01$ ) sin embargo según la producción real este fue para la 1<sup>ra</sup> 2<sup>a</sup> 3<sup>a</sup> y 4<sup>ta</sup> lactación 6 78 7 86 8 15 y 7 05 kg ya que el tiempo en ordeno en la práctica es superior al índice de producción a los 305 días. Las cuatro lactaciones iniciales difieren en su trayectoria sectorial aunque la 1<sup>ra</sup> es más distante de las siguientes tres fases de producción. La producción en 100 días estuvo correlacionada negativamente con el intervalo entre partos ( $r = -0.277$   $p < 0.001$ ) el periodo abierto ( $-0.26$   $p < 0.001$ ) sin embargo la producción en los primeros 100 días fue de mayor correlación resultaron para el periodo abierto  $r = 0.357$  ( $p < 0.001$ ) y para el intervalo entre partos  $0.376$  ( $p < 0.001$ ). El perfil microclimático durante la época seca afectó la producción de leche a partir de la segunda lactación al mismo tiempo que este coincidió con la menor disponibilidad del forraje verde materia seca y nutrientes modificando la trayectoria lactacional en su detrimento así como aumentando el periodo abierto debido al aumento del número de servicios por concepción. La época anual el estrés calórico y el número lactacional en los primeros diez ciclos de producción modifican la capacidad lactopoyética de la vaca Pardo Suizo con implicaciones negativas de la producción sobre el desempeño reproductivo a partir de los 1500 kg en 100 días o 4000 kg en 305 días. El modelo de Wood describe apropiadamente la curva lactacional en la fase crítica de las primeras cuatro fases de producción no obstante es posible que otros modelos puedan hacer una mejor descripción de la trayectoria y puedan cumplir con la trayectoria biológica. La función gamma incompleta igual pudo aplicarse para la estimación sectorial de los requerimientos alimentarios (materia seca carbohidratos estructurales) y nutricionales (proteína total proteína digestible energía neta calcio fósforo y otros). La vaca Pardo Suizo fue capaz de mantener el patrón de la lactación con su fase de crecimiento en las primeras tres lactaciones estabilidad entre la 3<sup>a</sup> y 7<sup>ma</sup> lactancia seguido de la regresión lactogénica entre la 7<sup>ma</sup> y 10<sup>ma</sup> lactancia por la longevidad avanzada.

at 100 days from 1500 to 2000 kg and at 305 days from 4000 to 5000 kg linearly and potentially increase the open period and the artificial insemination services for conception. The initial point milk yield points in the first five lactations were 11 05 12 21 15 53 14 16 and 13 85 kg the rate for milk yield increment were 0 093 0 162 0 112 0 137 and 0 129 maximum milk yield by lactation was 14 25 19 48 21 25 20 49 and 19 52 kg at 42 49 47 41 and 39 days after parturition. Those critical points describes the lactation curve in the four lactations in Brown Swiss cows which summed up at 305 days 3785 29 (66 7%) 4939 88 (87%) 5677 57 (100%) and 5064 52 kg (89 0%) after applying a Wood model as incomplete gamma function. The 3th lactation showed the highest milk yield as it is defined for the modern lactation in the dairy cow. However milk yield regressed from the 3th to 4th lactation which is not normal for the lactation pattern. The final section in the lactation curve showed in the first four lactation 9 5 11 25 14 20 and 11 08 kg as part of the lactation curve up to 305 days ( $P < 0.001$ ) but according to real milk production the last critical point were in the 1<sup>st</sup> 2<sup>nd</sup> 3th and 4<sup>th</sup> 6 78 7 86 8 15 y 7 05 kg. Time between parturition was negatively correlated with over all milk yield ( $r = 0.277$   $p < 0.001$ ) as well as with the open period ( $r = 0.26$   $p < 0.001$ ) however milk yield at 100 days were more correlated with open period ( $r = 0.357$   $p < 0.001$ ) as well as with time between parturitions ( $0.376$   $p < 0.001$ ). The micro environment related with heat stress mainly in the summer time affected milk yield which was depicted after the second lactation which occurred in the same time when availability of forages dry matter and nutrients decreased because of summer time. The dry and raining season heat stress lactation numbers and stage of lactation modified the lactogenic potential in Brown Swiss dairy cows as a function of dairy milk yield milk production at 100 and 305 days. The level of milk production negatively influenced on the reproductive performance when milk yield at 100 days increased from 1500 to 2000 kg or when milk yield at 305 days increased from 4000 to 5000 kg as it was related to open period and services per conception. The Wood's model for the lactation curve describe very well those lactations curve for the first four lactation however it may be possible that other models could be applied and describe quite well or a better fit of time trends for milk yields and have a description and prediction of milk yield and performance in Brown Swiss cows under the tropical environment. As it was showed the incomplete gamma function for milk yield it could be applied too for estimating the nutrient requirements and state those critical points across the lactation curve including feeding requirements (dry matter structural carbohydrate) and nutrient requirements (protein net energy minerals) in order to improve management and technical procedures required by the modern dairy cows in lactation. The Brown Swiss cow was able to maintain the biological patten for lactation not only in the first three lactations between the 3th ad 7<sup>th</sup> lactation but to hold a very high milk yield at an advance age as lactation numbers (from 7<sup>th</sup> to 10<sup>th</sup> lactation). At mind time this cow was able to maintain the reproductive performance in a very well shape even under a grazing system and some variations characterized by a negative balance regarding dry matter net energy and protein consumption which is very positive for the present and future improvements in the those systems or models used for milk production in the tropics.

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Pág</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>IX</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO</b>	<b>XII</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>XV</b>
<b>INDICE DE GRAFICAS</b>	<b>XXI</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>XXV</b>
<b>ÍNDICE DE ESQUEMAS</b>	<b>XXVI</b>
 <b>I INTRODUCCIÓN</b>	 <b>1</b>
 <b>II REVISION DE LITERATURA</b>	 <b>7</b>
1 Patron biológico curva de lactacion típica y potencial de la vaca lechera	7
1 1 El ciclo reproductivo el periodo de lactacion y el Manejo Normativo	8
1 2 Sectorizacion de la curva de lactacion en la vaca lechera	9
1 3 El potencial lechero de la raza Pardo Suizo y otras razas especializadas la curva de lactacion y comparacion con las principales razas bovinas lecheras y otras especies	12
1 4 Descripción Regresiva de la Curva de Lactacion en la Vaca	20
2 Relacion de la reproduccion con el desempeño lactacional	23
3 Habilidad lechera y aptitud de la raza Pardo Suizo	31
4 Manejo nutricional estrategia de alimentacion y condicion corporal durante la lactacion y gestacion	35
5 Importancia de los registros para la evaluacion lactacional y reproductiva	51
6 Factores ambientales nutricionales y reproductivos que afectan el desempeño lactacional la curva de lactacion y la eficiencia lechera	58
6 1 Estrés calórico la produccion de leche desempeño lactacional	58
6 1 1 Estrés calórico y requerimiento de energia	59
6 1 2 Estrés calórico y el consumo de materia seca	60
6 1 3 Estrés calórico y la produccion de leche	65
6 1 4 Estrés calórico y consumo de agua	70

<b>III MATERIALES Y METODOS</b>	<b>73</b>
1 Enfoque de la investigacion	73
2 Hipotesis en el estudio	73
3 Descripcion de la unidad macro experimental (ubicacion y microambiente)	76
4 Animales Experimentales	77
5 Manejo General de los Animales Experimentales	77
6 Evaluacion del Estado Reproductivo de las Vacas en producción	78
7 Protocolo Nutricional y Hormonal para Mejorar la Reproduccion	78
8 Programa de Alimentacion y Manejo Nutricional	79
9 Parametros Experimentales	80
9.1 Parametros lactacionales	81
9.2 Parametros Reproductivos que afectan la produccion	81
9.3 Parametros Nutricionales	81
10 Técnicas Especiales y Procedimientos Experimentales	82
10.1 Registro Computarizado y Base de Datos	82
10.2 Pesaje de la Produccion de Leche Semanal	82
10.3 Estado Nutricional Energetico, proteico y Mineral (Ca y P)	83
10.4 Registro e Integridad de los Datos Experimentales	83
11 Analisis Estadístico, Diseño Experimental y Modelos Biométricos	84
12 Trayectoria de la Curva de Lactacion y analisis regresivo especial	86
13 Inversion y gastos inherentes a la investigacion	90
14 Financiamiento de la investigacion (tesis de maestria)	90
15 Cronograma de actividades en la investigacion	91
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>93</b>
1 Ubicacion geografica y características micro climaticas del entorno ambiental de Hacienda Buena Vista	93
2 Entorno microclimatico, bienestar y condiciones relacionadas con el medio y el manejo	100
2.1 Entorno físico y areas de pasturas para el pastoreo	101
2.2 Area de alimentacion y suplementacion protegida con sombra artificial	102
2.3 Area de ordeño y bebedero especial complementario en la sala de espera para las vacas en produccion	104
3 Características zootecnicas y del manejo estandar en la finca	105
3.1 Población de vacas en produccion gestantes y novillas	105
3.2 Produccion lactea y clasificacion de los lotes para alimentacion	106
3.3 Requerimientos Nutricionales para las vacas en produccion	106
3.4 Modelo de alimentacion y manejo para las vacas en produccion	108
3.5 Potencial nutricional y tipificacion de la alimentacion lactacional segun los componentes de la dieta proximal y la produccion de leche	110
3.6 Salud y control de calidad y bioseguridad en la finca	112

3 7 Manejo y control reproductivo e indicadores zootecnicos y operativos	112
4 Caracteristicas biologicas y geneticas de las vacas Pardo Suizo en Hacienda Buena Vista	115
5 Dieta balances de materia seca energia neta y proteina total en el periodo lactacional	116
6 Caracteristicas del desempeno lactacional y de la produccion de leche en vacas de la raza Pardo Suizo	124
6 1 Influencia de la epoca anual y el numero lactacional sobre la produccion de leche a 100 dias	124
6 2 Efecto de la epoca anual sobre la produccion de leche en 305 dias	132
6 3 Influencia del numero lactacional sobre la produccion de leche	136
6 3 1 El numero lactacional y la produccion de leche real	136
6 3 2 Produccion de leche a 305 dias segun el numero lactacional	138
6 3 3 Produccion de leche a 100 dias y la influencia del numero lactacional	143
6 3 4 Valor relativo tiempo en ordeño y longitud gestacional	148
6 4 Relacion de la produccion de leche con el periodo abierto e intervalo entre partos	150
6 5 Los servicios por concepcion y su relacion con la produccion de leche	159
6 6 Edad al pnmer parto	162
7 Interrelacion de los indicadores de la produccion y reproduccion en vacas Pardo Suizo	164
7 1 Influencia y correlacion segun la epoca anual	164
7 2 Correlaciones entre los indicadores de la produccion de leche y los indicadores reproductivos	166
8 Tipificacion de la curva de lactacion en vacas Pardo Suizo durante sus pnmeras cuatro periodos de producción	171
9 Aplicacion de la curva de lactacion para el calculo de los requenmientos de alimentacion y nutricion en la vaca Pardo Suizo en Hacienda Buena Vista	187
<b>V CONCLUSIONES</b>	<b>189</b>
<b>VI RECOMENDACIONES</b>	<b>190</b>
<b>VII LITERATURA CONSULTADA</b>	<b>192</b>

## INDICE DE CUADROS

No	TITULO	Pag
I	INDICADORES GENETICOS PROMEDIOS LACTACIONALES Y SOMATICOS DE LAS RAZAS LECHERAS EN ÓPTIMAS CONDICIONES ZOOTECNICAS DE MANEJO	13
II	POTENCIAL LECHERO DE LAS PRINCIPALES RAZAS BOVINAS CON HABILIDAD GENETICA PARA LA PRODUCCIÓN LECHERA ALTA MEDIA Y BAJA	15
III	POTENCIAL DE LA PRODUCCIÓN LECHERA TOTAL Y PESO CORPORAL EN LOS DIVERSOS CRUZAMIENTOS ENTRE EL GANADO HOLSTEIN X CEBU	16
IV	CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS Y REPRODUCTIVAS DE LA HEMBRA BOVINA	25
V	PRINCIPALES EVENTOS REPRODUCTIVOS Y LACTACIONALES QUE FORMAN PARTE DEL PATRÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA VACA LECHERA MODERNA EN BASE A LAS RAZAS PESADAS PARDO SUIZO Y HOLSTEIN	27
VI	PRINCIPALES METAS REPRODUCTIVAS APLICABLES PARA EL MANEJO Y SEGUIMIENTO DEL HATO BOVINO TIPO LECHE CON EFICIENCIA	29
VII	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DIARIOS DE LA VACA LECHERA DURANTE LA LACTACIÓN SEGUN EL MANTENIMIENTO CORPORAL Y LA PRODUCCION DE LECHE POR KILOGRAMO Y DE GRASA LÁCTEA	37
VIII	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS CON PESO ENTRE 450 Y 650 KG Y UNA PRODUCCIÓN LACTEA ENTRE 5 Y 25 KG/DIA EN CONDICIONES DE PASTOREO BAJO EL TROPICO HUMEDO	39
IX	PRINCIPALES REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DIARIOS DE LA VACA Y LA VACA PRIMERIZA DE LAS RAZAS PESADAS DURANTE LOS DOS ULTIMOS MESES DE LA GESTACION	40

No	TITULO	Pág
X	COMPOSICIÓN REFERENCIAL DE LA DIETA PARA VACAS LECHERAS EN BASE A LA MATERIA SECA Y SEGUN LA PRODUCCIÓN LECHERA DIARIA	42
XI	REQUERIMIENTO DE ALIMENTO CONCENTRADO DIARIO SEGUN LA DISPONIBILIDAD Y CONSUMO DE PASTO EFECTIVO Y EL POTENCIAL LECHERO DE LA VACA O GRUPO DE VACAS POR PRODUCCIÓN EN PANAMA	43
XII	PRINCIPALES COMPONENTES DIARIOS DE LA DIETA Y PRODUCCIÓN DE LECHE PROMEDIO EN VACAS DURANTE LOS PRIMEROS 120 DIAS EN LAS FINCAS LECHERAS EVALUADAS	45
XIII	MEDIAS DE LOS PARAMETROS LACTACIONALES EN VACAS PRIMIPARAS SEGUN LA RAZA Y EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN POR POTENCIAL LECHERO ENERGETICO Y PROTEICO	47
XIV	PRINCIPALES FACTORES LIMITANTES DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL EN PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN DE LA VACA LECHERA QUE REDUCEN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA PRODUCTORA DE LECHE EN EL TRÓPICO	57
XV	DESCENSO DEL CONSUMO DE MATERIA SECA SEGUN EL AUMENTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN VACAS DE LECHE CON 600 KG DE PESO Y UNA PRODUCCION DIARIA DE 27 KG DE LECHE CON 3.7% DE GRASA	60
XVI	INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE SEGUN LA CONDICIÓN RACIAL Y EL POTENCIAL LECHERO	67
XVII	CARACTERISTICAS DE LA DIETA EN LOS LOTES DE VACAS POR PRODUCCIÓN Y ESTADO LACTACIONAL	80
XVIII	COMPONENTES DEL COSTO DE LA INVESTIGACIÓN	90
XIX	CRONOGRAMA DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	92



No	TITULO	Pág
XX	CARACTERISTICAS MICRO CLIMATICAS EN LA EPOCA SECA Y LLUVIOSA Y DEFINICION DEL GRADO DE ESTRES CALÓRICO MICROAMBIENTAL EN HACIENDA BUENA VISTA	100
XXI	PRINCIPALES REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA PRODUCCIÓN	107
XXII	COMPONENTES DE LA DIETA DE LAS VACAS POR PRODUCCIÓN	109
XXIII	COMPOSICION Y APOORTE NUTRICIONAL DE LAS DIETAS PROXIMALES Y POTENCIAL LECHERO POR DISPONIBILIDAD DE ENERGIA NETA LACTACIONAL Y PROTEINA TOTAL AJUSTADA	111
XXIV	CARACTERISTICAS ZOOTECHNICAS BASICAS Y MANEJO QUE TIPIFICAN A LA FINCA HACIENDA BUENA VISTA COMO PRODUCTORA DE LECHE GRADO A	114
XXV	RESUMEN DE LA CARACTERISTICAS RACIALES Y SÓMATICAS DE LA RAZA PARDO SUIZO	116
XXVI	PERFIL DEL BALANCE DE MATERIA SECA FIBRA CRUDA TOTAL PROTEINA TOTAL Y ENERGIA NETA LACTACIONAL PARA LOS LOTES POR PRODUCCION DIARIA	119
XXVII	COMPOSICION DE LA MATERIA SECA FIBRA TOTAL PROTEÍNA Y ENLECHE EN LA DIETA DE LOS PRINCIPALES LOTES POR PRODUCCIÓN	123
XXVIII	ANALISIS DE VARIANZA PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA EPOCA ANUAL Estricta Y EL NUMERO LACTACIONAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN LOS PRIMEROS 100 DIAS DE PRODUCCIÓN	125
XXIX	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE A 100 DIAS SEGUN LA EPOCA ANUAL Y EL NUMERO LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUIZO	127

No	TITULO	Pág
XXX	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE TOTAL A 305 DIAS ASOCIADA CON LA EPOCA ANUAL SEGUN LA FECHA DE PARTO COMO INDICADOR INCLUYENDO LA INFLUENCIA EN LOS PRIMEROS 100 DIAS DE PRODUCCIÓN COMERCIAL	131
XXXI	MEDIAS DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE A 305 DIAS PARTIENDO DE LA INFLUENCIA DE LA EPOCA ANUAL EN 100 DIAS DE PRODUCCIÓN COMERCIAL PARA LAS PRIMERAS TRES LACTACIONES EN VACAS PARDO SUIZO	133
XXXII	ANALISIS DE VARIANZA – COVARIANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE REAL SEGUN EL NUMERO LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUIZO	138
XXXIII	ANALISIS DE VARIANZA – COVARIANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE AJUSTADA A 305 DIAS SEGUN EL NUMERO LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUIZO	139
XXXIV	ANALISIS DE VARIANZA – COVARIANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE AJUSTADA A 100 DIAS DESPUÉS DE LA SEMANA CALOSTRAL EN VACAS PARDO SUIZO	141
XXXV	ANALISIS DE VARIANZA – COVARIANZA PARA EL VALOR RELATIVO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE AJUSTADA A 100 DIAS SEGUN EL NUMERO LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUIZO	143
XXXVI	ANALISIS DE VARIANZA – COVARIANZA PARA EL TIEMPO REAL EN ORDEÑO SEGUN EL NUMERO LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUIZO	144
XXXVII	MEDIAS AJUSTADAS POR COVARIANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE REAL (PLREAL) PRODUCCIÓN DE LECHE A 305 DIAS (PL305) Y A 100 DIAS (PL100) SEGUN EL NUMERO DE LA LACTACIÓN EN VACAS PARDO SUIZO	145

No	TITULO	Pág
XXXVIII	MEDIAS AJUSTADAS POR COVARIANZA PARA EL VALOR RELATIVO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE TOTAL (VRELPLT) EL TIEMPO EN ORDENO (TIEOR) Y LA LONGITUD DE LA GESTACIÓN (LGEST) SEGUN EL NUMERO DE LA LACTACION EN VACAS PARDO SUIZO	146
XXXIX	MEDIAS DEL PERIODO ABIERTO ESTIMADO POR INTERVALO ENTRE PARTOS Y LONGITUD GESTACIONAL MEDIA AJUSTAS POR COVARIANZA SEGUN EL NUMERO DE PARTOS EN VACAS PARDO SUIZO EN CONDICIONES DE TECNOLOGIA LECHERA TROPICAL	150
XL	MEDIAS DE LA PRODUCCION DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE A 100 Y 305 DIAS PERIODO SECO PERIODO ABIERTO LONGITUD GESTACIONAL E INTERVALO ENTRE PARTOS PARA VACAS PARDO SUIZO EN CONDICIONES DE TECNOLOGIA LECHERA GRADO A EN EL CLIMA TROPICAL HUMEDO	154
XLI	MEDIAS DEL NUMERO DE SERVICIOS POR CONCEPCIÓN SEGUN EL NUMERO DE LA LACTANCIA EN VACAS PARDO SUIZO	158
XLII	CORRELACIONES DE LAS VARIABLES LACTACIONALES SEGUN LA EPOCA SECA Y LLUVIOSA	163
XLIII	MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE LAS INDICADORES LACTACIONALES Y REPRODUCTIVOS EN BASE AL PERFIL VECTORIAL DE LAS PRIMERAS 10 LACTACIONES SECUENCIALES	166
XLIV	MATRIZ DE CORRELACIONES COMPLEMENTARIAS ENTRE LOS INDICADORES LACTACIONALES Y REPRODUCTIVOS EN VACAS PARDO SUIZO	168
XLV	COMPONENTES DE LA TENDENCIA LACTACIONAL SEGUN WOOD EN VACAS DE LA RAZA PARDO SUIZO	173
XLVI	COMPILADO DE LOS FACTORES DE LA ECUACIÓN DE WOOD	173

No	TITULO	Pag
XLVII	VALORES ESTIMADOS POR ESTADO LACTACIONAL EN LAS PRIMERAS CUATRO LACTACIONES	175
XLVIII	DINAMICA DE LOS REQUERIMIENTOS EN ALIMENTACIÓN Y NUTRICION SEGUN LA CURVA LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUIZO EN EL TRÓPICO HUMEDO Y PASTOREO	182
XLIX	COMPOSICION DE LA MATERIA SECA PARA LA DIETA DE LA VACA EN LACTACIÓN SEGUN EL PERFIL LACTACIONAL DINAMICO	184

## INDICE DE GRAFICAS

No	TITULO	Pág
I	Sectorizacion de la curva de lactacion por magnitud de la producción de leche y margen de rentabilidad segun el estado lactacional o tiempo post parto en la vaca lechera	11
II	Relacion de la produccion de leche (kg) con el peso corporal segun la especie mamifera	17
III	Trayectona de la produccion de leche consumo de materia seca y del balance energetico negativo en la vaca lechera durante la lactacion estandar	19
IV	Efecto del intervalo entre partos sobre la produccion de leche en la Siguiente Lactacion en Comparacion con La lactacion Anterior con Manejo Reproductivo Normal	30
V	Influencia del alimento concentrado sobre la produccion de leche promedio en fincas lecheras especializadas en Panama	46
VI	Produccion de leche en 305 dias en vacas de la raza Pardo Suizo y Holstein en los sistemas de alimentacion con potencial lechero energetico bajo medio y alto	48
VIII	Trayectona del requenimiento de energia neta lactacional para el mantenimiento corporal segun la temperatura ambiental	59
VIII	Efecto de la temperatura ambiental sobre la tasa de reduccion proporcional en el consumo de matena seca diaria en vacas de 600 kg de peso con una produccion de 27 kg y 3.7% de grasa	62
IX	Reduccion de la produccion lactea segun la temperatura ambiental en la vaca de leche	63
X	Tendencia de la produccion de leche segun la temperatura ambiental en la vaca de leche	66
XI	Produccion de leche a 20 30 y 40°C de temperatura ambiental en las razas Pardo Suizo Jersey Holstein y Cebu y su decadencia biolactacional	68
XII	Consumo de agua en la vaca de leche en lactación segun la temperatura ambiental en la zona neutral y de estres calórico	70

<b>No</b>	<b>TITULO</b>	<b>Pag</b>
XIII	Magnitud de la radiacion solar directa maxima y promedio diana en la epoca seca y lluviosa como valores prevalentes en Hacienda Buena Vista	97
XIV	Temperatura ambiental minima y maxima diurna en la epoca seca y lluviosa en Hacienda Buena Vista	97
XV	Valor del indice Temperatura – Humedad minimo maximo promedio y ajustado para la epoca seca y lluviosa de acuerdo con el entorno prevalente en Hacienda Buena Vista	98
XVI	Balance de la materia seca diaria segun el lote por produccion de leche y las características proximales de las dietas	117
XVII	Tendencia del balance diario de materia seca fibra cruda y energia neta lactacional para los lotes por produccion Elite Superior Medio Vaquillas y Bajo	121
XVIII	Efecto del contenido de humedad de la dieta sobre la reduccion en la produccion de leche	122
XIX	Trayectona de la produccion de leche en 100 dias segun la epoca seca y lluviosa a traves de las primeras tres fases de produccion	130
XX	Análisis de varianza para el valor relativo de la produccion de leche acumulada hasta los 100 dias segun la epoca y las primeras tres lactaciones	134
XXI	Tendencia de las medias de la producción de leche en 305 dias a partir de la clasificacion de datos con la influencia de 100 dias segun la epoca anual	132
XXII	Magnitud y tendencia de la produccion de leche real y a 305 dias segun el numero de la lactancia en vacas Pardo Suizo bajo condiciones de tecnologia lechera Grado A en el clima tropical	139
XXIII	Magnitud minima y maxima de la produccion de leche a 305 dias en las primeras diez lactaciones en vacas Pardo Suizo bajo condiciones de tecnologia lechera Grado A en el tropico humedo	141

No	TITULO	Pág
XXIV	Tendencia de la produccion de leche en 100 dias y tiempo en ordeno segun la lactancia en vacas Pardo Suizo	146
XXV	Tendencia del periodo abierto medio entre la segunda y quinta lactacion en vacas Pardo Suizo en el clima tropical humedo	153
XXVI	Tendencia media del periodo abierto entre la quinta y septima lactacion en vacas Pardo Suizo en el clima tropical humedo	153
XXVII	Tendencia media del penodo abierto ajustado entre la 7 <sup>ma</sup> y 10 <sup>ma</sup> lactacion en vacas Pardo Suizo en el clima tropical humedo	154
XXVIII	Tendencia del periodo Abierto en las pnmeras cinco lactaciones en vacas Pardo Suizo en condiciones de tecnologia lechera Grado A	157
XXIX	Tendencia del periodo Abierto entre la quinta y decima lactacion en vacas Pardo Suizo en condiciones de tecnologia lechera Grado A	157
XXX	Tendencia generica del periodo abierto segun la produccion de leche acumulada en 100 dias	158
XXXI	Tendencia genenca del periodo abierto segun la produccion de leche acumulada en 100 dias	159
XXXII	Tendencia de los servicios por concepcion segun el numero de la lactacion en vacas Pardo Suizo en el clima tropical humedo y bajo tecnologia lechara grado A	161
XXXIII	Tendencia generica del intercepto de la produccion de leche y del maximo de produccion	172
XXXIV	Tendencia de la curva de las primeras cuatro lactaciones en vacas Pardo Suizo	176
XXXV	Trayectona media de la produccion de leche en la pnmera mitad del penodo lactacional	177
XXXVI	Produccion láctea total estimada para 305 dias en las primeras cuatro lactaciones en la raza Pardo Suizo	179

No	TITULO	Pág
XXXVII	Dinamica del requenimiento de energia neta lactacional por estado lactacional en la vaca Pardo Suizo en su tercera lactacion	183
XXXVIII	Tendencia del requerimiento diario de energia neta lactacional para la materia seca segun los requerimientos de materia seca y energia neta lactacional segun la curva de lactacion	185



## INDICE DE FIGURAS

No	TITULO	Pág
I	Características biológicas y zootécnicas de la raza Pardo Suiza	32
II	Ilustración de la vaca Pardo Suizo en estado lactacional	34
III	Principales cambios en el patrón lactacional de la vaca lechera y su relación con la ingesta de materia seca peso corporal y producción de leche según el perfil de las reservas corporales nutrición y alimentación apropiada	48
IV	La curva de lactación ingesta de materia seca y crecimiento fetal y los cambios en la condición corporal en la vaca lechera	49
V	Formas de suplementación con ensilaje heno melaza y granos	50
VI	Cambios en el requerimiento de energía para el mantenimiento y la producción a través de la lactación	51
VII	Aspectos críticos de la curva de lactación en la vaca	56
VIII	Mapa distrital de Bugaba y ubicación geográfica de Hacienda Buena Vista	93
IX	Ilustración del área de pastoreo y el empleo de sombra natural para facilitar la protección de los animales contra la radiación solar directa	102
X	Área de la sala de espera protegida con saraes	103
XI	Área de alimentación con comedero especial	103
XII	Sala de ordeño y bebedero complementario en la sala de espera	104

## INDICE DE ESQUEMAS

No	TITULO	Pág
I	Componentes del ciclo reproductivo y patron lactacional de la vaca lechera	9
II	Componentes criticos de la investigación y proyeccion experimental para evaluar el desempeno biolactacional en vacas Pardo Suizo en condiciones de tecnologia lechera especializada	74

## **INTRODUCCIÓN**

El desempeño en la producción de leche y la reproducción de la vaca lechera se encuentra bajo la influencia de factores micro ambientales nutricionales y genéticos los cuales continúan aumentando en importancia a medida que se incrementa el potencial genético para la producción lechera. En consecuencia se requiere de la adecuación en la alimentación para sostener una mayor capacidad de producción láctea (Bath *et al* 1986 Butler y Smith 1989 NRC 1989). La producción lechera moderna se encuentra enfocada en base al patrón lactacional de las razas especializadas incluyendo Holstein Pardo Suizo Ayrshire Guernesey Jersey y Milking Shorthorn (Visser y Wilson 2006) así como otras razas más recientes que se han destacado por su alta capacidad de producción incluyendo Roja Finlandesa Montbeliarde y Normanda (Arauz 2010).

Estas razas se encuentran distribuidas mundialmente no obstante la trayectoria de la ganadería de leche en Panamá indica que las razas de preferencia han sido Holstein Pardo Suizo y Jersey (Arauz 2008). Sin embargo no se cuenta con estudios nacionales que hayan caracterizado el desempeño relacionado con la producción de leche y el comportamiento reproductivo en concordancia con

las características micro climáticas y el manejo zootécnico con énfasis en el pastoreo y la utilización de la suplementación con alimento concentrado y algunas otras alternativas para la alimentación tropical

En primer lugar vale indicar que la raza Pardo Suizo constituye una de las alternativas genéticas más populares para la producción de leche en términos del número de animales cruzados utilizados para la producción lechera nacional. Sin embargo a nivel de las fincas especializadas la raza Holstein es la raza de mayor prevalencia alcanzando alrededor del 80% de la población de vacas especializadas. La Pardo Suizo representa el segundo lugar y continúa aumentando su población a nivel nacional ya que las bondades biológicas y económicas de esta raza se acoplan en gran medida con el biotipo racial lechero adaptable para el medio tropical tanto para las fincas lecheras especializadas como para las fincas Grado B y artesanales (Arauz 2009)

En los últimos 10 años de desarrollo de la ganadería de leche en Panamá la raza Pardo Suizo ha ganado mucho terreno entre los productores nacionales. Esta raza posee una serie de ventajas tales como fortaleza estructura ósea capacidad de pastoreo habilidad para la ganancia de peso un excelente aparato locomotor buen sistema mamario alta producción de leche alto contenido de grasa láctea y capacidad de adaptación al medio tropical. Estas características son algunos de los elementos más apreciados los cuales

favorecen el mejoramiento de la capacidad de producción y una mayor rentabilidad en los sistemas de producción lechera tropical

El desempeño lactacional y la capacidad de producción de la raza Pardo Suizo en Panamá no ha sido estudiada dentro del contexto micro ambiental por época anual a pesar de que esta raza cuenta con el reconocimiento genérico por su rusticidad y tolerancia a las condiciones del medio tropical. Por otro lado es preciso contemplar la influencia del número de partos y el perfil reproductivo en la raza Pardo Suizo como condicionantes de la capacidad de producción de la raza bajo las condiciones de pastoreo, alimentación y manejo en los sistemas tropicales de producción lechera (Arauz 2006)

El potencial lechero de la vaca moderna está influenciado por el clima, alimentación y el manejo reproductivo, por lo cual los factores biológicos propios de la vaca y su edad determinan el comportamiento lactacional y reproductivo de acuerdo con las condiciones físicas del trópico. Además, el medio físico y la alimentación, el comportamiento reproductivo y los factores afines del manejo reproductivo afectan en diversas formas la capacidad biolactacional. La biología lactacional de la vaca lechera se modifica entre el primer y tercer parto, alcanzando la madurez lactacional en la tercera lactación cuando este coincide con la edad entre 46 y 50 meses de edad (Larson 1985, Nebel 1998). Esta capacidad máxima de producción se mantiene hasta el 7<sup>mo</sup> parto si el manejo nutricional es apropiado, a partir del cual se evidencia la pérdida del potencial

lechero por longevidad a medida que aumenta la edad en especial despues del octavo periodo de produccion lechera (Larson 1974) En consecuencia el estudio de las bases de datos lactacionales y reproductivos en fincas lecheras Grado A representa una herramienta de gran utilidad para determinar el tipo de relación que posee la edad y el numero de partos con el desempeño lactacional y el comportamiento reproductivo

En vista de que el ciclo de produccion en la vaca lechera es afectado por la reproduccion y los procesos inherentes (Bazer y First 1983 Fricke 1999) resulta importante la inclusion de los indicadores de la reproduccion los cuales representan una fuente de variacion sobre la trayectona y el comportamiento biologico de la vaca lechera aun en condiciones de pastoreo en el medio tropical

Esta investigacion fue planteada para estudiar la influencia de los partos y la época anual (seca y lluviosa) sobre el desempeño lactacional en vacas de la raza Pardo Suizo contemplando la inclusion de algunos indicadores reproductivos que coadyuvan en la expresion biologica y en la capacidad de sintesis y secrecion lactea La evaluacion del periodo lactacional y los diversos vectores de la curva de lactacion asi como la influencia de ciertos factores como el numero de partos y la epoca anual permitiran reconocer el valor biologico en el medio tropical y su relacion con el aporte productivo en los sistemas de

producción lechera tropical con la mayor tecnología disponible y utilizable a nivel de las fincas lecheras Grado A en Panamá

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el desempeño lactacional y reproductivo en la vaca Pardo Suizo y establecer el grado de influencia del número de partos y la época anual sobre la producción de leche según la base de datos pertinentes en base a las condiciones tecnológicas para la producción lechera Grado A en Panamá

Los objetivos específicos en la presente investigación fueron los siguientes

- Identificar la influencia del número de partos sobre la producción de leche real y ajustada a 305 días según la caracterización estandarizada para la raza Pardo Suizo en Panamá
- Sectorizar la influencia de la época anual sobre el desempeño lactacional a los 100 y 305 días bajo las condiciones de alimentación ajustada por la capacidad de producción en los sectores de incremento estabilidad y decadencia en el periodo de producción
- Evaluar si el incremento de la producción de leche produce alguna variación en el periodo abierto los servicios por concepción y el intervalo entre partos proyectado al ajustar la asociación por la época anual y el número de partos

- Describir la curva de lactacion ajustada a 305 dias y su trayectoria atendiendo la influencia de los partos y la epoca anual para tipificar la biologia lactacional de la raza Pardo Suizo mediante el sistema de alimentacion modulada por rendimiento lechero sectorizado
- Integrar el efecto del numero de los partos y los indicadores reproductivos (periodo seco periodo abierto e intervalo entre partos) para evaluar su influencia sobre el desempeño lactacional segun la epoca anual con enfasis en la fase critica de la produccion de leche en los primeros 150 dias de la lactacion

La informacion que se genere al relacionar la produccion de leche con el desempeño reproductivo segun la epoca anual y el numero de partos en la raza Pardo Suizo sera de utilidad para establecer como afecta el potencial lechero a la reproduccion bajo condiciones de pastoreo suplementacion energetico – proteica y cierto grado de estres calorico como parte del modelo de producción lechera tropical. En consecuencia el conocimiento del potencial lactacional y su influencia en la reproduccion en vacas de la raza Pardo Suizo sera de gran utilidad para conocer el perfil biológico y su insercion en el modelo de la produccion lechera tropical con atencion en aquellos ajustes del manejo que pueden favorecer un mejor desempeño lacteo y bioreproductivo sostenible



## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1 Patrón biológico, curva de lactación típica y potencial de la vaca lechera**

El periodo de la producción de leche es considerado una función dependiente de la programación reproductiva desde el momento en que se logra el establecimiento de la gestación en especial en los últimos dos tercios del periodo gestacional en los ruminantes. En consecuencia el proceso de la preñez en sus tres sectores hormonales determina la capacitación parenquimal desde los núcleos lobulares hasta el estado lobulillo alveolar cuyo caso en la especie bovina se identifica con la diferenciación parenquimal mamaria al momento del parto con una capacidad citológica para efectuar selección de nutrientes y síntesis de los componentes lácteos por el orden del 98% (Larson 1974 Head 1986)

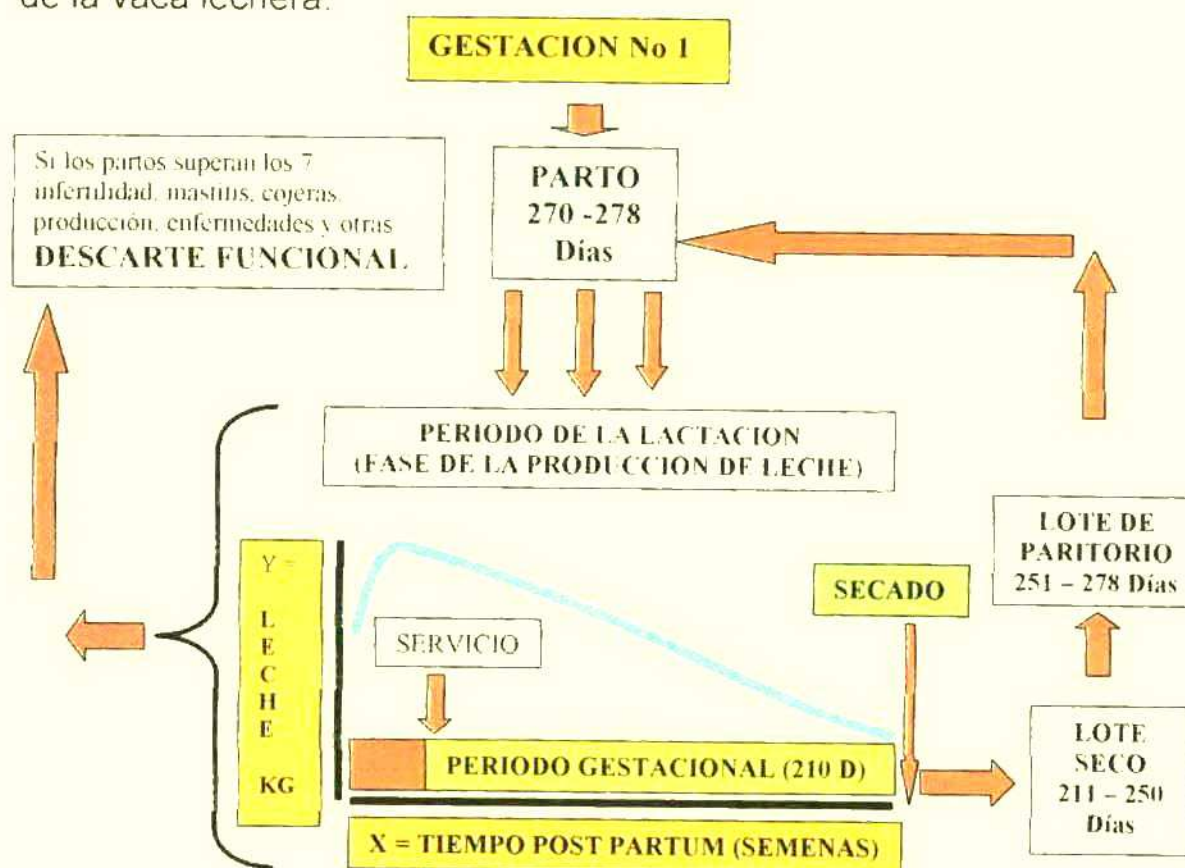
Esto significa que en la especie bovina la gestación culmina con el parto y a partir de este se establece biológicamente el periodo durante el cual el sistema mamario puede ejercer de manera autónoma el proceso de la formación de los

componentes de la leche y la secreción lactea (Guidry 1985) siempre y cuando se produzcan en forma frecuente y sostenida la estimulación galactopoiético y la extracción de la leche en forma no traumática a través de la succión del ternero del ordeño manual o del ordeño mecanizado (Bath et al 1986)

## **1.1 El ciclo reproductivo, el periodo de lactación y el Manejo Normativo**

El periodo de la producción de leche en la hembra bovina ha sido descrito biológicamente conformando el patrón biolactacional y cuya forma se expresa en forma bidimensional cuando se proyecta la cantidad de leche a través del eje Y versus su relación con el factor tiempo postparto a través del eje X (Arauz 2005) Esta expresión ha sido reconocida como la curva de lactación y en la cual se han probado diversos modelos estadísticos para tratar de describir la trayectoria de la misma. El patrón lactacional de la vaca lechera guarda una relación con el ciclo reproductivo y productivo de la vaca lechera. La proyección de la fase de producción integral la biología reproductiva y el desempeño lactacional (ver Esquema I). El periodo lactacional ha sido sectorizado según la naturaleza de la curva de lactación ya que hay en principio tres sectores que se caracterizan por presentar el sector A (fase de incremento) B (fase de estabilidad) y C (fase de decadencia en la producción de leche en tiempo)

**Esquema I:** Componentes del ciclo reproductivo y patrón lactacional de la vaca lechera.



Fuente: Araúz, E. E. 2008

### 1.2. Sectorización de la curva de lactación en la vaca lechera

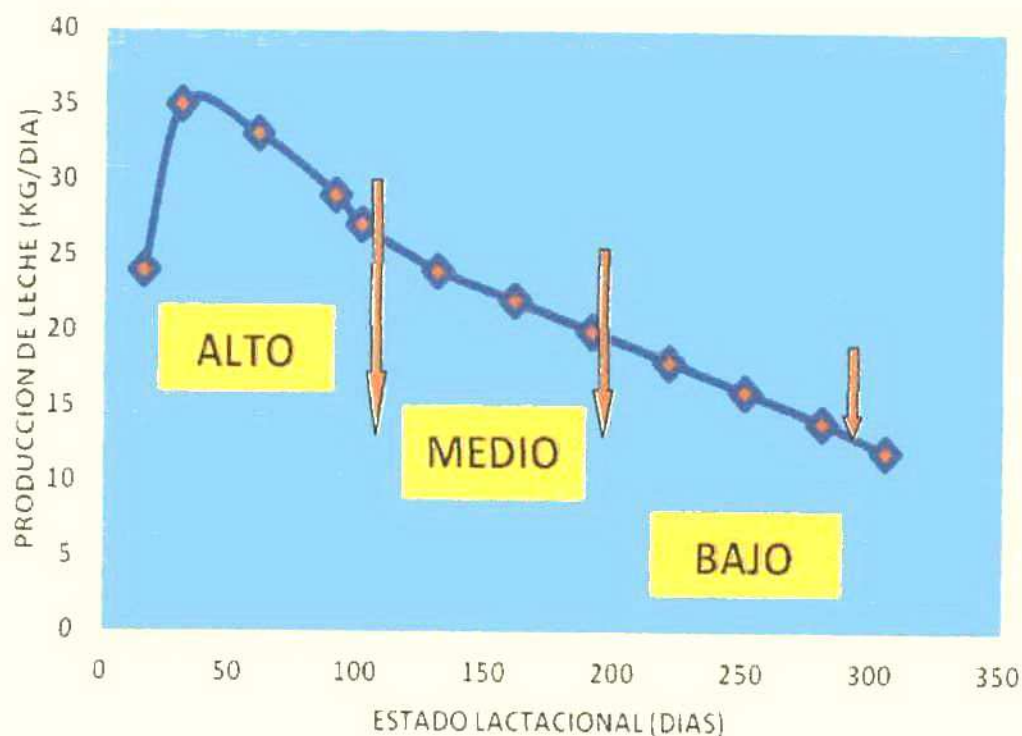
El periodo o sector A se caracteriza por tener una longitud de dos a cuatro semanas dependiendo del potencial lechero; mientras que el sector B puede durar entre una a dos semanas cuando el manejo nutricional es equilibrado sin afectar las reservas corporales y finalmente el sector C que representa la mayor parte del periodo lactacional, alcanzando entre 32 y 38 semanas cuando la lactación alcanza a término los 305 días (Larson 1985; Araúz, 2007)

Los sectores lactacionales estan relacionados con el manejo nutricional reproductivo y la caracterizacion economica para establecer los diversos grados de rentabilidad a traves de los 305 dias de produccion como el periodo referencial para la vaca leche moderna Wilcox et al (1978) indica que el minimo de la clasificacion economica de la curva de lactacion es aquella que hace la distincion de los tres sectores del periodo lactacional por produccion y rentabilidad En la practica el periodo de la lactacion o fase de produccion lechera es dividida en tres sectores siendo el sector I el que corresponde a la produccion de leche en los primeros 100 dias el sector II la produccion entre los 100 y 200 dias y finalmente el sector III que incluye el periodo de produccion despues de los 200 dias respectivamente (ver Grafica I)

La sectorizacion del periodo lactacional en tres zonas esta relacionada con el margen de la utilidad economica a partir de la produccion de leche como parte activa del ciclo de economico Esta sectorizacion fue considerada como tres estratos de valor economico en los cuales habia un margen de utilidad o beneficio economico en los primeros 200 a 240 dias de la lactacion (Call 1978)

La importancia del establecimiento de los sectores lactacionales se sustenta en el manejo nutricional el seguimiento reproductivo la racionalizacion de la suplementacion para favorecer salud biologia y economia permitiendo el entorno de nutrientes para la expresion del potencial lechero integral (genetica y ambiente)

**Gráfica I:** Sectorización de la curva de lactación por magnitud de la producción de leche y margen de rentabilidad según el estado lactacional o tiempo post parto en la vaca lechera.



Fuente: Araúz, E. E., 2007.

Con los avances del mejoramiento genético y de las técnicas de producción con énfasis en alimentación y manejo micro climático de la vaca lechera: en la actualidad se considera que el periodo lactacional debe brindar rentabilidad durante los 305 días como norma zootécnica (Senger, 1997; Duby y Prange, 2003); aun en los sistemas de producción lechera a base del pastoreo, con influencia del estrés calórico moderado y con una genética en proceso de mejoramiento por producción y longevidad (Araúz, 2008).

### **1.3 El potencial lechero de la raza Pardo Suizo y otras razas especializadas la curva de lactación y comparacion con las principales razas bovinas lecheras y otras especies**

El patron lactacional de la vaca lechera se caracteriza por el mayor potencial de produccion lechera sobre las necesidades de la cria y en consecuencia ello da la oportunidad para que se pueda aprovechar el producto de la sintesis y secrecion lactea para la utilizacion de otras especies principalmente para el humano. De acuerdo con Mepham (1983) existe una relacion lineal entre la produccion de leche diaria y el peso corporal de la hembra segun la especie como se presenta en la Grafica II sobre la base logaritmica. La vaca, yegua, cerda, mujer y cabra ocupan del 1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> lugar cuando se relaciona el peso corporal y su tamano metabolico con el rendimiento lacteo.

Algunas de las relaciones establecidas incluyen el radio de la produccion de leche en funcion del peso corporal estandar resultando para la vaca Holstein, pardo Suizo y Jersey un radio de 18, 14 y 18 kg de leche por cada kg de peso corporal, mientras que la cabra alcanza 18 kg de leche/kg de peso y la bufala 5.0 kg de leche con 17.85 % de solidos totales por cada kilogramo de masa corporal si la produccion es ajustada al periodo de produccion mas probable y tomando en cuenta los indices de desempeño lactacional para los animales con una genetica superior dentro de la especie y las razas lecheras propiamente. Esto significa que al aumentar el potencial lechero con un bajo peso corporal se produce un aumento en la presion metabolica sobre las reservas corporales.

La capacidad de producción lechera cambia en las especies de importancia zootécnica destacándose las siguientes cifras Bovina (vaca de leche Holstein 11 680 kg Pardo Suizo 9830 kg Jersey 8291 kg según Visser y Wilson 2006) cabra lechera (Alpina 920 kg Saanen 930 kg Toggenburg 890 kg según Davis 1989) y Bufala 1080 a 1560 kg según Colmenares (2008) Es evidente que las razas bovinas especializadas en producción de leche han sido perfeccionadas en términos genéticos y paralelamente a través de un manejo se ha maximizado su capacidad de conversión y eficiencia biolactacional (ver Cuadro I)

**Cuadro I INDICADORES GENÉTICOS PROMEDIOS LACTACIONALES Y SOMÁTICOS DE LAS RAZAS LECHERAS EN ÓPTIMAS CONDICIONES ZOOTÉCNICAS DE MANEJO**

RAZA	LECHE KG	GRASA KG	PESO KG
HOLSTEIN	11680	422	679
PARDÓ SUIZO	9830	392	679
MILKING SHORTHORN	9750	355	670
ROJO FINLANDES	9359	370	519
MONTBELIARDE	9270	346	708
AYRSHIRE	8455	322	549
JERSEY	8291	376	449
NORMANDA	8054	274	679
GUERNSEY	7697	336	519

Fuente Visser y Wilson 2006

Las razas lecheras han evolucionado en su potencial lechero ya que el proceso de la selección y el mejoramiento zootécnico han facilitado una mayor expresión de aquellos genes que permiten o definen la producción de leche. Pukite en 1998<sup>6</sup> publicó algunas cifras de la producción de leche anual en Estados Unidos las cuales constituyen una referencia lactacional aunque las mismas no son consideradas como registros oficiales por parte de la Universidad de Minnesota o del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Sin embargo se reitera que la ubicación por producción de leche correspondió a las razas Holstein Pardo Suizo Ayrshire cruces de las razas lecheras europeas roja danesa Shorthorn Lechero Meuse Rhine Yssel Guernsey Norweigan Red y Jersey con una oscilación de 8526 a 5760 kg de leche por año (ver Cuadro II)

Es evidente que las razas lecheras han evolucionado en su capacidad de producción si consideramos la producción registrada en 1978 de acuerdo con los reportes de Wilcox et al (1978) en comparación con los nuevos estándares de producción para las razas especializadas como señala Visser y Wilson (2006). Sobresale el hecho biológico de que entre 1978 y el 2008 se han producido un aumento equivalente a doblar la producción de leche anual en las razas Holstein Pardo Suizo y Jersey siendo la Jersey la que mayor adelanto fenotípico en producción de leche ha logrado (Arauz 2010).



**Cuadro II POTENCIAL LECHERO DE LAS PRINCIPALES RAZAS BOVINAS  
CON HABILIDAD GENETICA PARA LA PRODUCCIÓN LECHERA  
ALTA MEDIA Y BAJA**

<b>Raza</b>	<b>Leche (kg)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>
Holstein	8526	3 64	3 19
Red & White Holstein	7901	3 73	3 21
Brown Swiss	<b>6687</b>	<b>4 02</b>	<b>3 57</b>
Ayrshire	6432	3 92	3 39
Mixed (crossbred dairy cows)	6855	3 79	3 32
Danish Red	6260	4 2	
Milking <sup>1</sup> Shorthorn	6017	3 60	3 33
Meuse Rhine Yssel	5897	4 25	3 49
Guernsey	5867	4 55	3 56
Norwegian Red	5806		
Jersey	5760	4 76	3 80
Normande	5000	4 3	3 5
Canadienne	4560	4 21	3 6
Red Poll	4536	3 9	-
Simmental	3629	4	
South Devon	3629	4	
Tarentaise	3629	3 66	
Gelbvieh	3992	4	-
Dexter	1361	4	
British White	3175	4	
Piedmont	3084		-
<sup>1</sup> Pinzgauer	2722	4	
Maine Anjou	2268	3 7	

Fuente J Pukite 1998

Por otro lado, el potencial lechero se ha modificado con la utilización de los cruzamientos, habiendo generado cifras que aumentan de manera proporcional con el aumento de la proporción del Holstein en el cruce desde 1/8 hasta 7/8: en cuyo caso la producción lactacional va desde 1345 a 5900 kg (McDowell, 1985) como se muestra en el Cuadro III; destacando la producción y el peso corporal.

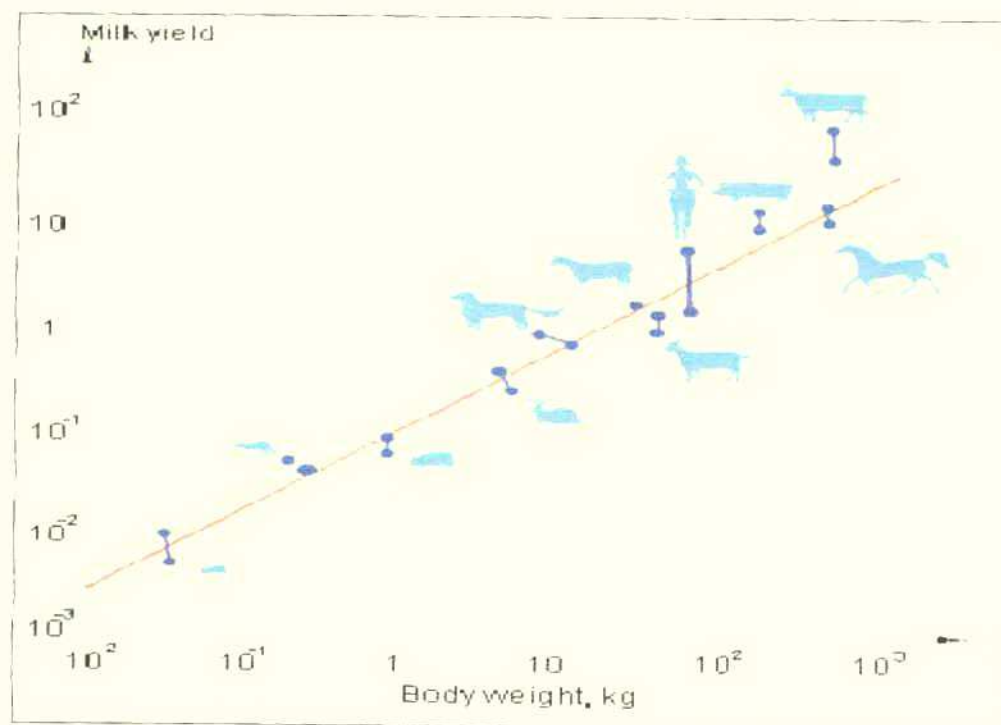
**Cuadro III: POTENCIAL DE LA PRODUCCIÓN LECHERA TOTAL Y PESO CORPORAL EN LOS DIVERSOS CRUZAMIENTOS ENTRE EL GANADO HOLSTEIN X CEBÚ**

Holstein octavos	Cebú octavos	Leche (kg)	Peso kg
0	8	850	350
1	7	1345	370
2	6	1840	400
3	5	2335	425
4	4	2830	450
5	3	4015	500
6	2	5090	575
7	1	5900	612
8	0	7000*	650

Fuente McDowell, 1985

Dentro de la especie bovina, Erb y Ashwort (1960) encontraron que la edad es un factor de mayor importancia que el peso corporal; aunque suele considerarse que el peso corporal favorece un mayor soporte de las reservas corporales para enfrentar las demandas de nutrientes cuando la vaca se encuentra en desventaja metabólica por baja disponibilidad de nutrientes sistémicos de origen digestivo al mantener un bajo consumo de alimento cuando el estado lactacional es inferior a los 60 a 75 días (Butler y Smith, 1989; Araúz, 2007). (Ver Gráfica II).

**Gráfica II: Relación de la producción de leche (kg) con el peso corporal según la especie mamífera.**

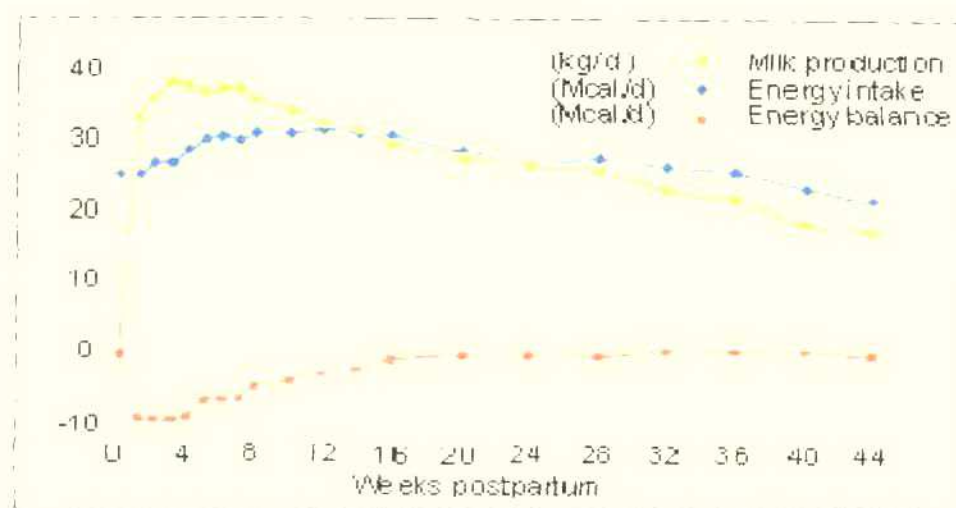


Fuente: Mephram, T. B. 1983.

El patrón lactacional presenta variaciones en la trayectoria de la producción de leche, el consumo de energía y el balance energético negativo. Como ejemplo se indica en la Gráfica III que el patrón lactacional puede incrementar desde la 1<sup>ra</sup> a la 4<sup>ta</sup> semana y mantenerse en cierto rango hasta la 8<sup>va</sup> semana postparto. Sin embargo, después de este periodo se produce la decadencia en la producción de leche de manera persistente hasta alcanzar la 44<sup>va</sup> semana. El consumo de materia seca se alcanza en su máxima expresión entre la 10<sup>ma</sup> y 12<sup>va</sup> semana, quedando el consumo de materia seca postergado después del máximo de producción. No obstante, la gran diferencia se produce en relación con el balance energético negativo que se caracteriza por aumentar a partir del momento del parto abruptamente hasta la 2<sup>da</sup> a 4<sup>ta</sup> semana postparto, para proyectarse en su reducción gradual entre la 4<sup>ta</sup> y 16<sup>va</sup> semana.

Como norma, la reducción en la producción de leche, el aumento del consumo de materia seca y la demanda de nutrientes para la biosíntesis láctea a partir de la 12<sup>va</sup> semana son coincidentes con las condiciones metabólicas que favorecen al menos mantener el balance energético negativo entre la 16<sup>va</sup> y 30<sup>va</sup> semana postparto, a partir de cuyo periodo el balance energético se vuelve positivo y por ello el animal puede ganar más peso para recuperar parcialmente el desgaste adiposo, muscular y óseo que caracteriza las primeras 3/5 partes de la lactación en la hembra bovina tipo leche.

**Gráfica III: Trayectoria de la producción de leche, consumo de materia seca y del balance energético negativo en la vaca lechera durante la lactación estándar.**



Fuente: De Laval, 2008.

La naturaleza curvilínea de la curva de lactación en la especie bovina y otras hembras mamíferas ha sido contrastada con los posibles factores que determinan su forma y trayectoria, sin embargo, hasta los años de 1980 se contaba con elementos sobre la citología especial de la glándula mamaria y sobre las organelas, funciones, actividad parénquima mamaria y tasa de síntesis y secreción (Tucker, 1975; Erb, 1980; Peaker y Knigh, 1982; Larson, 1974); así como también por los factores de orden metabólico (Bauman y Curie, 1980; Baumrucker, 1983; Davis y Head, 1986; Butler y Smith, 1989; Fergusson y Chalupa, 1989; NRC, 2001). Sin embargo, la explicación de la curva lactacional ha sido un tema muy discutido sin alcanzar una definición concreta. Actualmente, se sabe que el tejido parénquima mamario sufre una apoptosis gradual y consistente a partir del pico lactacional, la cual está determinada

principalmente por factores celulares químicos y enzimáticos locales influencia de los metabolitos y el suministro de nutrientes en la glándula mamaria factores hormonales asociados con la gestación y los cambios en la angiogénesis local que van asociados con la regresión histológica y funcional de la ubre (Head 1986 Larson et al 1985 Stefanon et al 2002 Sorensen et al 2006)

La curva de lactación se define en gran medida por la pérdida de células parenquimales la reducción del flujo de nutrientes a la ubre la reducción en la tasa de síntesis y secreción celular la pérdida en la capacidad de la restauración de la zona apical de la célula epitelial mamaria y los cambios hormonales y de los metabolitos que ocurren en estrecha relación con la nueva gestación

#### **1.4 Descripción Regresiva de la Curva de Lactación en la Vaca**

La trayectoria de la producción de leche ha sido relacionada con el estado lactacional (días semanas meses) lo cual permite obtener una figura bidimensional que se caracteriza por la ubicación en el eje y a la producción de leche y el estado lactacional en el eje x. Diversos son los modelos que se han utilizado para describir la trayectoria de la producción de leche a través del tiempo post partum sin embargo los resultados en función de los residuos coeficiente de determinación y valores diferenciales entre lo observado y predicho muestran grandes variaciones. Uno de los modelos más aplicados actualmente corresponde al modelo de Wood (1964) el cual es descrito por

Herrera y Barreras (2001) El modelo regresivo de Wood corresponde a la funcion gamma incompleta con la transformacion logaritmica en base a la siguiente ecuacion simplificada

$$Y = A X^b e^{-cx} \quad \text{donde}$$

Y es la produccion de leche (lb/vaca – dia) A es el factor de regresion referencial X es el tiempo postparto dentro de la fase lactacional b es el primer coeficiente de regresión e es el exponente 2.7183 y c es el segundo factor de regresion Este modelo ha sido adaptado a traves de la programacion con SAS (1997) para obtener los aspectos criticos de la curva de lactación como son maxima producción tiempo a la maxima produccion y la persistencia lactea

El enfoque del analisis de la trayectoria lactacional se fundamenta en un sector en que la produccion de leche aumenta en forma gradual hasta alcanzar el maximo de rendimiento se estabiliza conformando el sector estable y finalmente se produce el sector c que se caracteriza por la decadencia en la produccion de leche cuya tendencia es comun para la especie bovina caprina ovina y bufalina (Arauz 2008)

Otros modelos han sido utilizados para evaluar y analizar la trayectoria de la produccion de leche en funcion del tiempo postparto Entre algunas alternativas que se han utilizado se encuentran

Funcion lineal hiperbolica

$$Y = b_0 + b_1x + b_2x^{-1}$$

- Funcion gama incompleta

$$Y = b_0 x^{b_1} e^{b_2 x}$$

Polinomio segmentado cuadrático cuadrático  $Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + (c_1 - b_2)Z$

Donde  $Z=0$  si  $X < K$   $Z=(X-K)^2$  si  $X > K$

- Polinomio con tres segmentos cuadrático (PSCCC)

$$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + c_1 Z_1 + c_2 Z_2$$

Donde  $Z_1=(X-K_1)^2$  si  $X > K_1$   $Z_2=(X-K_2)^2$  si  $X > K_2$

En los modelos antes indicados los componentes son  $y$  es la producción de leche diaria  $X$  es la semana de la lactación  $b_0$   $b_1$   $b_2$  son los parámetros de cada función  $K$   $K_1$   $K_2$  son los puntos de unión entre los segmentos de los polinomios segmentados

La estimación de cada punto se obtiene por inspección para la visualización de cuantos segmentos componen la recta además de los probables puntos donde ocurre el cambio de curvatura Otro modelo utilizado es el modelo de Ali y Achaeffer el cual suele compararse con el modelo de Wood y cuyo modelo matemático se desarrolla como  $y(t)$

$$y(t) = a + b \frac{t}{305} + c \left( \frac{t}{305} \right)^2 + d \ln \frac{305}{t} + e \left( \ln \frac{305}{t} \right)^2$$

donde

$y(t)$  = producción de leche en el día de control o composición porcentual de proteína grasa y lactosa



$t$  = día correspondiente al pesaje       $a, b, c, d, i$  = parámetros a estimar

$e \approx 2,7183$  = base de los logaritmos naturales

Además de estos modelos para evaluar la curva de lactación en la vaca lechera otro modelo que ha sido aplicado es el propuesto por Togashi y Lin (2003) el cual se fundamenta en el valor reproductivo estimado según  $I_0$  según la expresión

$$I_0 = \sum_{i=1}^{n-1} w_i LBI - \sum_{i=1}^n w_i \sum_{k=1}^{k-1} \phi_k(t) \alpha_k$$

Donde  $\phi_k(t)$  es el orden  $k$ th del polinomio legendario evaluado en el día  $t$  estandarizado entre  $-1$  y  $1$ ,  $\alpha_k$  es el coeficiente de regresión al azar  $k$ th (RR),  $k$  es el orden de ajuste y  $w_i$  es el peso que representa el factor día ( $t$ )

## 2 Relación de la reproducción con el desempeño lactacional

La fase lactacional es dependiente de la reproducción ya que la capacitación de la ubre y del complejo metabólico está relacionada con el perfil hormonal que caracteriza la gestación (<biblio>). No obstante, la reproducción postparto tiene variados efectos sobre la trayectoria lactacional y el tipo de eficiencia lechera en particular para la vaca tipo leche.

El periodo de producción de leche no solo depende de la actividad reproductiva como paso esencial para la capacitación del sistema mamario, sino que también

la actividad reproductiva determina en general la longitud del periodo en que la vaca permanece en ordeno y en gran medida tambien el periodo de descanso y el intervalo entre partos (Nebel 1997) El periodo abierto el intervalo entre parto y el peso del feto son factores que alteran la magnitud y trayectoria lactacional en la vaca lechera en especial por la influencia nutricional directa sobre el flujo de nutrientes a la ubre (NRC 2002) y por las hormonas propias de la gestacion (Sørensen et al 2006)

El patron lactacional se conjuga con la reproduccion y dicha sincronia ha sido establecida en funcion de los indices zooteconomicos que describen el desempeño reproductivo y la produccion de leche los cuales son una referencia para dar el seguimiento nutricional oportunos y para valorar la capacidad lechera El establecimiento de la actividad reproductiva en la hembra bovina comprende desde la edad de la pubertad hasta alcanzar la madurez somatica y el funcionamiento de los ovarios para garantizar la foliculogenesis esteroidogenesis el celo la ovulación luteinizacion y el establecimiento exitoso de una gestacion representa la fase critica para que se produzcan los cambios hormonales que permiten la capacitacion del sistema mamario (Hafez 1986) El ciclo reproductivo en su fase de definicion y establecimiento esta correlacionado con las caracteristicas biologicas de la hembra bovina tal como describe Jainudeen y Hafez 1989 (ver Cuadro IV)

**Cuadro IV CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS Y REPRODUCTIVAS DE LA HEMBRA BOVINA**

Parámetro Reproductivo	Promedio	Rango
Estacion sexual	Poliestrica	
Edad a la pubertad (meses)	15	10 a 24
Ciclo estral – Duracion (dias)	21	14 a 29
Estro (Horas)	18	12 a 30
Ovulacion tipo y Óvulos liberados	Esponánea 1	Maximo 2
Tiempo ovulatorio desde inicio del estro (hrs)	30	18 a 48
Duración del cuerpo luteo (dias)	16	13 18
Vida fértil del ovulo (horas)	22	20 a 24
Entrada del ovulo al utero postovulacion (hrs)	90	64 a 96
Duracion de la gestacion (dias)	280	278 a 293
Edad al primer parto (meses)	30	24 a 36
Involucion uterina (dias)	45	32 a 50
Primera ovulacion postparto (dias)	30	10 a 110
Intervalo entre partos (meses)	13	12 a 14

Fuente Jainudeen y Hafez (1989)

El patron reproductivo y lactacional de la hembra bovina tipo leche se inicia con la edad de la pubertad la maduracion glandular y ovarica el celo y el establecimiento de la preñez en cuyo caso se considera que la hembra bovina debe recibir el primer servicio entre las 750 y 850 lb mientras que el peso al primer parto debe ocurrir entre las 1050 y 1150 lb El termino de la gestacion debe darse a los 278 dias y a partir de este evento se produce el periodo de produccion o lactacion que debe tardar entre los 270 y 335 dias con una media

referencial de 305 días según el patrón zootécnico de la vaca lechera especializada (Nebel 1998 y 2006 Duby y Prange 2002 Arauz 2006)

La capacidad reproductiva y lactacional de la vaca lechera es afectada por los factores ambientales como indica Collier y Beede (1984) y Jordan (2003) en cuyo caso sobresale las implicaciones del estrés calórico que conduce a una reducción de la fertilidad y aumenta las pérdidas económicas por fallas reproductivas propiamente

El patrón lactacional de la vaca lechera es determinado por el ciclo reproductivo y como consecuencia se espera que la hembra lechera presente su primer período lactacional a partir de los 24 a 28 meses con un intervalo entre partos entre 335 y 385 días (Wilcox et al 1978 Nebel 1998) En el cuadro IV se presentan los principales eventos reproductivos y las características del período lactacional según los lineamientos zootécnicos de la vaca lechera Arauz (2008) Muchos de los indicadores incluyen el componente reproductivo estrictamente mientras que otros se refieren a la producción de leche como descriptores de la biología lactacional (ver Cuadro V) Sin embargo el desempeño lactacional en la vaca lechera moderna se juzga en gran parte por el comportamiento reproductivo y en consecuencia se utilizan indicadores de su fertilidad y eficiencia reproductiva e indirectamente miden la eficiencia lechera Los indicadores reproductivos y lactacionales se usan como las metas zootécnicas para el manejo técnico y para la valoración biológica de la hembra bovina tipo leche

**Cuadro V PRINCIPALES EVENTOS REPRODUCTIVOS Y LACTACIONALES QUE FORMAN PARTE DEL PATRÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA VACA LECHERA MODERNA EN BASE A LAS RAZAS PESADAS PARDO SUIZO Y HOLSTEIN**

Características reproductivas y lactacionales	Expresión	Rango
Peso al primer servicio <sup>1</sup>	Lb	750 a 850
Peso al primer parto <sup>1</sup>	Lb	1050 a 1150
Peso en el estado adulto (48 meses) <sup>1</sup>	Lb	1400 a 1475
Periodo Abierto Obligatorio <sup>2</sup>	Días	45
Periodo Abierto Electivo <sup>2</sup>	Días	45 a 110
Intervalo entre Partos <sup>2</sup>	Días	345 a 405
Producción de Leche Total en 305 días <sup>3</sup>	Kg	9830 a 11680
Tiempo a la máxima producción <sup>3</sup>	Días	21 a 35
Periodo calostrál y de transición <sup>3</sup>	Días	7
Longitud lactacional <sup>3</sup>	Días	270 a 340
Máxima Producción de leche <sup>3</sup>	Kg	35 a 50

Fuentes Arauz (2008) Nebel (1999) Visser y Wilson (2006)

Estas metas combinan aspectos relativos a la reproducción producción y al manejo o intervención del factor humano como administrador de los recursos involucrados en la producción lechera en general. Es evidente que el desempeño reproductivo y lactacional de la vaca lechera moderna se encuentra altamente influenciada por la edad y el propio potencial lechero. Esto se encuentra definido por la alta magnitud de la producción ya que el rendimiento lechero anual oscila entre 4000 a 6000 kg en los sistemas tropicales (Arauz 2008) mientras que en los sistemas con estabulación se incluyen producciones entre 8000 y 10 000 kg/año en Pardo Suiza (Visser y Wilson 2006).

Como en toda función biológica y de producción los indicadores o metas reproductivas y de producción presentan un rango que permite calificar la fertilidad producción y eficiencia como mínima y máxima o en su defecto deficiente tal como se muestra en el cuadro V. Los principales aspectos dentro de dicho rango conciernen al primer parto intervalo entre partos periodo de producción eficiencia reproductiva y fertilidad postparto y vida útil.

En condiciones del trópico en Panamá los indicadores de edad al primer parto en el ganado lechero especializado indican que este ocurre entre los 36 y 42 meses (Arauz 2006) mientras que el intervalo entre parto oscila entre 335 y 550 días en el peor de los casos de fallas reproductivas con un manejo reproductivo deficiente simultáneamente. En consecuencia el periodo abierto presenta un rango entre 57 días y 280 días lo que indica que con un periodo abierto superior a los 125 días se produce un desfase en el ciclo de la producción lechera incrementando de las pérdidas económicas (Mess Vayen 1997 Arauz 2009).

El patrón reproductivo ideal para la vaca lechera incluye una edad al primer parto entre 24 y 28 meses intervalo entre partos 345 a 405 días servicios por concepción entre 1.25 y 1.50 longitud lactacional 280 a 335 días producción de leche entre 4500 y 6500 kg y longitud productiva entre siete y nueve partos de acuerdo con las condiciones propias del medio tropical (Arauz 2005). Sin embargo todos estos indicadores muestran variaciones significativas entre las fincas lecheras grado A debido a varios factores de manejo zootécnico genéticos ambientales y de salud pero en especial debido a la influencia de la

nutrición y alimentación. Los indicadores reproductivos y lactacionales actúan como un marco referencial permitiendo establecer las metas y así a su vez facilitando la evaluación diagnóstica sobre el marco operativo de la empresa lechera moderna y en consecuencia estos indicadores (ver Cuadro VI) son utilizadas como una herramienta para el manejo técnico y la administración.

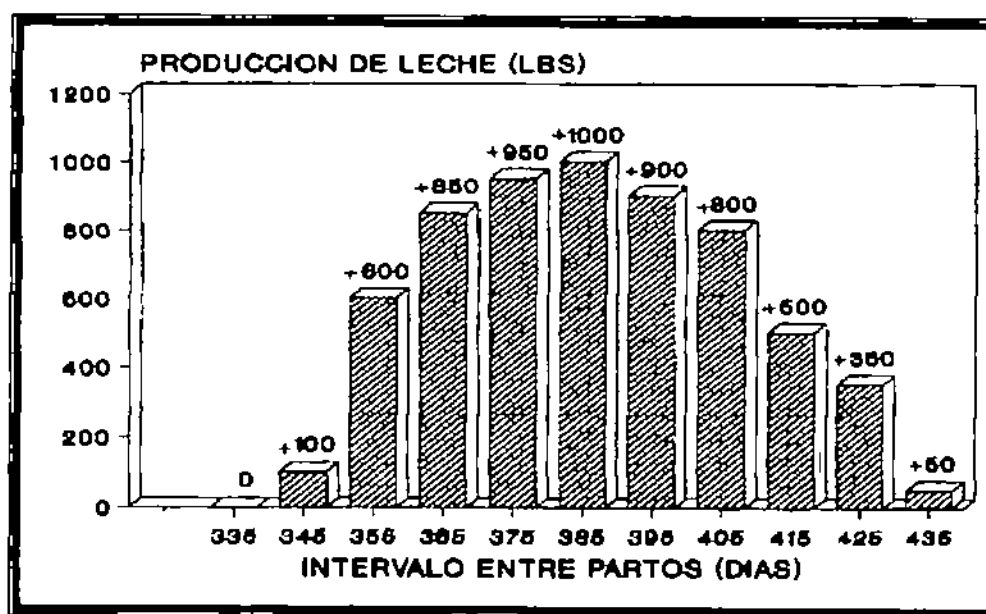
**Cuadro VI    PRINCIPALES METAS REPRODUCTIVAS APLICABLES PARA EL MANEJO Y SEGUIMIENTO DEL HATO BOVINO TIPO LECHE CON EFICIENCIA**

Parametro Reproductivo y de Manejo	Ideal	Minimo	Maximo
Peso al primer servicio (lb)	850	750	950
Edad al primer servicio (meses)	16	14	21
Peso al Primer parto (lb)	1150	1050	1200
Intervalo entre partos (días)	385	345	425
Periodo postpartum al primer celo (días)	35	21	45
Periodo Postpartum al primer servicio (días)	60	45	120
Índice de concepción (%)	70	60	85
Índice de parición (%)	90	80	92
Índice de preñez (%)	93	88	96
Periodo Lactacional (días)	305	210	365
Periodo de descanso (días)	30-60	30	75
Vacas en Ordeno (%)	80	70	90
Mortalidad embrionaria (%)	2	1	5
Servicios por concepción (#)	1-40	1-25	1-75
Índice de abortos (%)	1	0-5	2
Partos Distocicos (%)	8	4	11
Retención Placentaria (%)	7	3	10
Incidencia de metritis (%)	1	0-5	10
Mastitis al parto (%)	1	0-5	2
Mortalidad de terneros (%)	1	0-5	3
Producción láctea mínima al secado (kg)	10	6	15
Longitud gestacional al secado (días)	210	180	240
Edad máxima reproductiva (Años)	10	8	12
Partos efectivos con periodo lactacional (#)	8	5	10

Fuente: Morrow 1980, Nebel 1998, Fricke 1999, Duby y Prange 2003, Arauz 2004

Los estudios de Wilcox et al (1978) indican que el periodo abierto y el intervalo entre partos tienen un efecto curvo lineal sobre el desempeño lechero resultando la cifra de menor implicación cuando el IEP fue entre 365 y 495 días aunque el óptimo correspondió a 385 días propiamente (ver Grafica IV) Estas cifras implican que la vaca lechera debe preñarse entre 87 y 220 días no obstante el rango mas económico se encuentra entre 45 y 105 días postparto Sin embargo la longitud del periodo en ordeño es uno de los factores que actúa en forma negativa sobre el desempeño lactacional en la próxima lactación debido a la influencia sobre el gasto de las reservas corporales y la reposición del tejido parenquima durante la fase mamogénica y lactogénica que debe ocurrir en el periodo seco o de recuperación preparto

**Gráfica IV Efecto del intervalo entre partos sobre la producción de leche en la Siguiete Lactación en Comparación con La lactación Anterior con Manejo Reproductivo Normal**



Wilcox et 1978



### **3      Habilidad lechera y apanencia de la raza Pardo Suizo**

La producción de leche en la vaca lechera ha evolucionado en todas las razas que se consideran especializadas para la producción de leche respectivamente. Desde la vaca lechera señalada como una vaca Holstein sobresaliente por su capacidad de producción en el Condado de Jamestown en 1611 (Ensminger 1980) la cual producía una 5 3 lb de leche hasta la fecha ha ocurrido un cambio drástico sobre la capacidad lactacional.

De acuerdo con Visser y Wilson (2006) las razas pesadas de mayor producción de leche son la Holstein con 11680 kg en 305 días con un peso de 675 kg y la Parda Suizo 9830 kg en 305 días con un peso referencial de 675 kg. Estas cifras se consideran valores referenciales raciales que identifican el potencial lechero estandar en hatos elites con un manejo óptimo para permitir la expresión del potencial genético lechero.

No obstante es importante destacar la evolución de la capacidad de producción lechera en la raza Pardo Suizo en este caso ya que la misma es el objeto del estudio en Panamá. La raza Pardo Suizo al igual que las demás razas ha evolucionado significativamente se observamos los estandares de producción para 1978 (5200 kg) 1997 (6950) 2002 (8500 kg) y 2006 (9830 kg) donde se ha mantenido el contenido de la grasa láctea a pesar del incremento en la producción de leche (Arauz 2007). Estas cifras corresponden al potencial lechero para la vaca pardo suizo en condiciones de producción con énfasis en la estabulación debido a las condiciones micro ambientales y desde luego son

diferentes de las cifras en Panamá, pero constituyen la referencia más válida en términos biológicos y técnicos

La producción de leche anual ha aumentado desde 2200 kg/vaca en 1970 hasta 5600 kg/vaca en el 2007 como cifras promedio en la raza Holstein, mientras que en la raza Pardo Suizo las cifras indican una evolución desde 2100 kg hasta 4250 kg/vaca anualmente (Araúz, 2007).

Figura I. Características biológicas y zootécnicas de la raza Pardo Suiza.



Fuente: Araúz, E. E (2007).

Esto significa que la capacidad funcional en términos de la producción lechera anual en las razas Holstein y Pardo Suizo aumentaron en +3400 y +2150 kg /año o sea 2.54 y 2.02 veces en un periodo de 37 años (Arauz 2008). En consecuencia las cifras de la producción de leche en la raza Pardo Suizo han alcanzado entre el 50 y 65 % de la producción de leche referencial (9630 kg) lo que indica que es necesario evaluar tanto los componentes técnicos que afectan la producción así como la propia trayectoria lactacional para establecer los factores que al menos limitan el desempeño lactacional de acuerdo con los sistemas de producción lechera en Panamá. En consecuencia el análisis de la curva de lactación y las condiciones nutricionales pueden contribuir con la generación de la información biológica y técnica como referencia destacando entre otros aspectos el efecto de los partos y la época anual.

La vaca Pardo Suizo ha sido reconocida por su estructura ósea y tamaño, habilidad para pastorear, tolerancia calórica, capacidad corporal, mansedumbre y habilidad lechera por la combinación de su producción total anual y el contenido de grasa láctea promedio lactacional. La vaca Pardo Suizo es sobresaliente por su apariencia lechera y fortaleza como se observa en la Figura II con el merecido segundo lugar por su desempeño lactacional con un nivel reproductivo conservador en función de la capacidad lechera (Arauz 2009).

**Figura II: Ilustración de la vaca Pardo Suizo en estado lactacional.**



Fuente. 2011. [www.unaga.org.co/asociados/pardosuizo.htm](http://www.unaga.org.co/asociados/pardosuizo.htm)

La capacidad para producir leche es afectada por factores genéticos (Wilcox et al., 1978), ambientales (McDowell, 1981; Collier y Beede, 1984; Hansen y Arechiga, 1999; West, 2003), reproductivos (Nebel, 1999 y 2006; Fricke, 1999; Duby y Prange, 2003), nutricionales y de alimentación (Wattiaux, 2003; NRC, 1989-2001; Oetzel, 1997) y de Salud (Fraser, 1993; Philpot y Nickerson, 1988). No obstante, el crecimiento y la madurez somática también ejercen una influencia sobre el potencial lechero de la vaca lechera; al menos durante los primeros tres partos; y en consecuencia se ha indicado que la producción de leche en el primer, segundo y tercer parto corresponden al 75, 88 y 100 % sobre la base del equivalente de madurez somática y lactacional que se produce entre los 48 y 60 meses de edad (Bath et al., 1986).

El entorno ambiental y del manejo nutricional para la vaca lechera en el medio tropical representan factores que limitan la capacidad lactacional debido al bajo valor nutritivo de las dietas al pastoreo y a la influencia del estrés calórico (Arauz 2005) si como también como por factores relacionados con la salud en general incluyendo la influencia de los parásitos externos e internos (Méndez 2007) y por la mastitis bovina (Arauz 1994). En consecuencia la producción lechera en el medio tropical se espera que sea relativamente inferior a las cifras que caracterizan el perfil racial en las razas especializadas en otras condiciones climáticas y de manejo propiamente.

Los estudios nacionales evidencian que el mejoramiento genético a través de la inseminación artificial tiene al menos 40 años por lo cual es fundamental contemplar los criterios genéticos raciales para generar cualquier evaluación zootécnica que incluya biología reproductiva, lactacional y desempeño fisiológico en general. Los animales que califiquen como purificados e identificados con el patrón racial fenotípico con evidencias del proceso de mejoramiento genético vía inseminación artificial pueden ser utilizados como indicadores del potencial lechero siempre y cuando se incluyan el perfil nutricional, micro climático y de manejo que se haya utilizado (McDowell 1981, NRC 2001, Arauz 2006).

#### **4 Manejo nutricional, estrategia de alimentación y condición corporal durante la lactación y gestación**

La lactación es un periodo durante el cual existe una alta exigencia nutricional la cual ha sido establecida por la NRC (1989, 2001) aunque otras fuentes de

referencia también indican los requerimientos nutricionales (Bauman y Currie 1980 ARC 1988) Los mismos se clasifican para el mantenimiento y producción y el mantenimiento deberá ser ajustado por locomoción disipación calórica y crecimiento

La influencia de la gestación se toma en cuenta para el último tercio de la gestación pero la vaca no debe estar en producción En consecuencia los requerimientos nutricionales muestran dos tablas una para las vacas en producción y otra para las vacas gestantes como se muestra en los Cuadros VII VIII y IX Los requerimientos nutricionales para las vacas en producción en el componente energético se debe ajustar según el contenido de grasa en la leche y se considera que el margen de grasa oscila entre 3.0 y 5.0 % no obstante el índice de grasa láctea para las razas pesadas puede aplicarse con 3.5 % las razas medianas es 4.0 % y para la raza jersey 5.0 % cuyos nutrientes se indican por kilogramo de leche

Los requerimientos nutricionales pueden ser comprimidos según el peso corporal y la producción de leche aplicando los ajustes por locomoción y temperatura ambiental a partir de lo cual se indica la magnitud del requisito de Energía Neta lactacional Proteína Total Calcio y Fósforo

En el Cuadro VII se indican los requerimientos nutricionales para vacas entre 450 y 650 kg con una producción de leche de 5 a 25 kg/día incluyendo el incremento energético por locomoción y estrés calórico tropical (Arauz 1995)

adaptados del NRC (1989) No obstante los requerimientos nutricionales tambien se encuentran estructurados para la vaca gestante cuando la misma no se encuentra en producción En el Cuadro VIII se muestran los requerimientos nutricionales para las vacas en gestacion en los ultimos dos meses y por ende los mismos estan refendos al periodo seco o fase de descanso prelactacional de acuerdo con la NRC (1989 2001) y Miller (1989) destacando las vacas primerizas y multiparas en base al factor de ajuste por crecimiento

**Cuadro VII REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DIARIOS DE LA VACA LECHERA DURANTE LA LACTACIÓN SEGUN EL MANTENIMIENTO CORPORAL Y LA PRODUCCIÓN DE LECHE POR KILOGRAMO Y DE GRASA LACTEA**

Mantenimiento Peso Corporal (kg)	ENeta Leche (Mcal)	Energia Metabolizable (Mcal)	Proteina Total (g)	Calcio (g)	Fosforo (g)
400	9 30	15 26	890	26	16
450	10 16	16 66	973	30	18
500	11 00	18 04	1053	33	20
550	11 81	19 37	1131	36	22
600	12 61	20 68	1207	39	24
650	13 39	21 96	1281	43	26
700	14 15	23 21	1355	46	28
750	14 50	24 44	1427	49	30
800	14 90	25 66	1497	53	32
Grasa Lactea (%)					
3 0	0 64	1 07	78	2 73	1 65
3 5	0 69	1 15	84	2 97	1 83
4 0	0 74	1 24	90	3 21	1 95
4 5	0 78	1 32	96	3 45	2 13
5 0	0 83	1 40	101	3 09	2 25
5 5	0 88	1 48	107	3 93	2 43

Fuente National Research Council 1989

Los requerimientos nutricionales son trasladados a la composición de la dieta la cual se encuentra marcada según la producción de leche y los factores bromatológicos y nutricionales propiamente en base a la NRC (1989 2001) como se indica en el Cuadro VIII. Las principales diferencias se marcan para las clases por producción de leche estableciendo los siguientes rangos 14 a 29 29 a 57 43 a 86 y 58 a 114 lb/día como se establece en el Cuadro IX.

Las principales diferencias para estos grupos por producción incluyen fibra cruda y afines proteína total densidad energética y calcio y fósforo. No obstante el incremento de la producción de leche impacta también los otros factores nutricionales por lo cual se precisa los ajustes en la cantidad de la dieta a utilizar. Las tablas de la NRC del 2001 incluyen varios ajustes que facilitan el manejo nutricional durante la fase lactacional la recuperación de las reservas corporales el manejo de la dieta por producción y economía la prevención de los problemas metabólicos y el uso más racional de la alimentación.

Otros de los aspectos relevantes es la segmentación de la alimentación incluyendo el secado de la vaca el periodo seco inicial el periodo seco avanzado el parto y su alimentación el periodo de las primeras tres semanas después del parto y la fase de producción propiamente desde antes del pico de producción hasta la fase final del periodo de producción (NRC 2001 Wattiaux 2003). Es preciso indicar que los requerimientos para manutención no incluyen los ajustes por caminata y estrés calórico cuando ocurre durante la época seca.



**Cuadro VIII REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS CON PESO ENTRE 450 Y 650 KG Y UNA PRODUCCION LÁCTEA ENTRE 5 Y 25 KG/DÍA EN CONDICIONES DE PASTOREO BAJO EL TRÓPICO HUMEDO**

Produccion de Leche		Requerimiento Nutricional Diario	Peso Corporal (Kilogramos)		
KG	LB		450	550	650
5	11	Energia Neta Lactacional (Mcal)	12 44	13 94	15 44
		Proteina (g)	761	806	848
		Calcio (g)	32 9	36 9	40 9
		Fósforo (g)	22 2	26 2	30 2
10	22	Energia Neta Lactacional (Mcal)	15 89	17 39	18 89
		Proteina (g)	1181	1226	1268
		Calcio (g)	47 7	51 7	55 7
		Fosforo (g)	31 3	34 3	38 3
15	33	Energia Neta Lactacional (Mcal)	19 34	20 84	22 3
		Proteina (g)	1601	1646	1688
		Calcio (g)	62 6	66 6	70 55
		Fosforo (g)	40 5	44 5	48 5
20	44	Energia Neta Lactacional (Mcal)	22 75	24 29	25 75
		Proteina (g)	2021	2066	2108
		Calcio (g)	77 4	81 4	85 4
		Fosforo (g)	49 6	53 7	57 7
25	55	Energia Neta Lactacional (Mcal)	26 24	27 74	29 24
		Proteina (g)	2441	2486	2528
		Calcio (g)	92 3	96 3	100 3
		Fosforo (g)	58 8	62 8	66 8

Fuente Adaptado por E. E. Arauz (1995) según los valores referenciales de los requerimientos nutricionales del ganado lechero (NRC 1989) ajustados por locomoción y estrés calórico

Existe una diferencia marcada entre los requerimientos nutricionales de la vaca lechera primípara y multipara debido al crecimiento corporal. El proceso del

crecimiento corporal influye sobre todos los requerimientos de nutrientes en tasas que oscilan entre el 20% de incremento para la vaca de primer parto hasta un 10% para las vacas de segundo parto (NRC 1989 2001) cuando estas entran al ciclo de producción entre los 22 y 26 meses de vida con un ciclo reproductivo normal (Arauz 2010) (Ver Cuadro IX)

**Cuadro IX PRINCIPALES REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DIARIOS DE LA VACA Y LA VACA PRIMÉRIZA DE LAS RAZAS PESADAS DURANTE LOS DOS ÚLTIMOS MESES DE LA GESTACIÓN**

<b>Peso Corporal (kg)</b>	<b>Categoría de la vaca según los partos</b>	<b>Energía Neta Leche (Mcal)</b>	<b>Energía Metabolizable (Mcal)</b>	<b>Proteína Total (g)</b>	<b>Calcio (g)</b>	<b>Fósforo (g)</b>
400	Multipara	9 30	15 26	890	26	16
	Primipara	11 16	18 31	1068	31 2	10 2
450	Multipara	10 16	16 66	973	30	18
	Primipara	12 19	19 99	1168	36	22
500	Multipara	11 00	18 04	1053	33	20
	Primipara	13 20	21 65	1264	40	24
550	Multipara	11 81	19 37	1131	36	22
	Primipara	14 17	23 24	1357	43	26
600	Multipara	12 61	20 68	1207	39	24
	Primipara	15 13	24 82	1448	47	29

Fuente National Research Council (NRC) 1989

En las condiciones del medio tropical los sistemas de producción lechera efectúan un manejo nutricional basado en el uso de pasto verde y alimento concentrado no obstante la disponibilidad del forraje verde es un factor limitante del potencial lechero en especial durante la época seca. El manejo nutricional apropiado de la vaca en producción requiere que se efectúen los ajustes en la alimentación sobre la base del alimento concentrado por producción y según la disponibilidad del forraje verde tal como se puede observar en los Cuadros X, XI y XII lo cual se aplica para los modelos de alimentación con pastoreo en el trópico.

Las fincas que tengan una mayor disponibilidad de forraje verde utilizarán menos alimento concentrado para sus vacas en producción y en consecuencia sus costos de producción serán menores aumentando la rentabilidad del sistema propiamente. En consecuencia la ganadería de leche tropical y del resto del mundo está destinada a supeditar sus modelos de alimentación buscando una mayor dependencia en los forrajes y un menor uso de alimentos concentrados a base de granos y derivados de la industria molinera. En la actualidad se plantea que se debe buscar la mayor producción de forrajes incluyendo gramíneas y leguminosas con el objetivo de abaratar los costos de alimentación y producción buscando que el modelo de alimentación favorezca en la mayor magnitud a la producción de leche por ciclo reproductivo, en especial considerando la energía y proteína como los factores más limitantes de la producción lechera.

**Cuadro X COMPOSICIÓN REFERENCIAL DE LA DIETA PARA VACAS LECHERAS EN BASE A LA MATERIA SECA Y SEGUN LA PRODUCCIÓN LECHERA DIARIA**

Parametros Nutricionales y de Alimentacion en base a la matena seca	14 – 29 lb/dia	29 – 57 lb/dia	43 – 86 lb/dia	58 – 114 Lb/dia
Energia Neta Lactea (Mcal/lb)	0 65	0 69	0 73	0 78
Energia Metabolizable (Mcal/lb)	107	1 16	1 25	1 31
Proteina Total (%)	12	15	16	17
Fibra Total (%)	17	17	17	17
Fibra Acido Detergente (%)	21	21	21	19
Fibra Neutro Detergente (%)	28	28	28	25
Grasa (%)	3 (Min)	3 (min)	5 (max )	6 (max )
Calcio (%)	0 43	0 53	0 60	0 65
Fosforo (%)	0 28	0 34	0 38	0 42
Magnesio (%)	0 20	0 20	0 20	0 25
Potasio (%)	0 90	0 90	0 90	1 00
Sodio (%)	0 18	0 18	0 18	0 18
Cloro (%)	0 25	0 25	0 25	0 25
Azufre %)	0 20	0 20	0 20	0 20
Hierro (ppm)	50	50	50	50
Cobalto (ppm)	0 10	0 10	0 10	0 10
Cobre (ppm)	10	10	12	15
Manganeso (ppm)	40	40	40	50
Zinc (ppm)	40	40	0 30	60
Yodo (ppm)	0 60	0 60	0 60	0 60
Selenio (ppm)	0 30	0 30	0 30	0 30

Fuente 1 National Research Council (NRC 1989)

El potencial nutricional de los sistemas de produccion lechera ha sido considerado de caracter limitante para sostener los requerimientos nutncionales

cuando la producción diaria supera los 25 kg/día en especial durante la época seca y cuando la carga animal conduce a un consumo de forraje verde menor al 60 % del peso vivo (Arauz 2006) Esto se confirma con el estudio de Montero et al (2006) donde se encontró que la producción de leche aumentó apreciablemente en las fincas lecheras grado A experimentales cuando se realizaron los ajustes en la dieta y la alimentación para favorecer una mayor producción en base de un mayor ofrecimiento de materia seca energía neta y proteína para las vacas pmerizas como indicadores de mayor sensibilidad al ajuste nutricional

**Cuadro XI      REQUERIMIENTO DE ALIMENTO CONCENTRADO DIARIO  
SEGUN LA DISPONIBILIDAD Y CONSUMO DE PASTO  
EFECTIVO Y EL POTENCIAL LECHERO DE LA VACA O  
GRUPO DE VACAS POR PRODUCCIÓN EN PANAMÁ**

PRODUCCION DE LECHE (KG/VACA DIA)							
Peso Corporal	Disponibilidad y Consumo de Forraje Verde (% pv)		10	15	20	25	30
500 kg (1102 lb)	3 5 (Muy Baja)	C	14	19	23	27	32
	5 5 (Baja)	O	11	16	20	24	28
	7 5 (Muy Buena)	N	8	13	17	21	25
	9 5 (Excelente)	C	5	9	15	18	22
550 kg (1212 lb)	3 5 (Muy Baja)	E	15	19	24	28	33
	5 5 (Baja)	N	11	15	20	24	30
	7 5 (Muy Buena)	T	8	12	18	20	25
	9 5 (Excelente)	R A	4 8	8	13	17	22
600 kg (1322 kg)	3 5 (Muy Baja)	D	16	20	25	29	34
	5 5 (Baja)	O	11	16	20	24	31
	7 5 (Muy Buena)	LB/	7	11	16	19	25
	9 5 (Excelente)	DIA	0	7	12	16	22

Fuente Arauz E E (1997)

Esto sugiere una tasa de alimento concentrado por kilogramo de leche de 0.89 lb que corresponde a una baja cantidad de alimento por producción y en consecuencia la vaca está presionada metabólicamente a utilizar sus reservas corporales con mayor intensidad en sus primeros 90 a 120 días de la fase de producción. De allí que se recomienda el uso de la regla de 1.0 lb de concentrado por kilogramo de leche como regla de protección nutricional para la vaca en producción para mantener la fertilidad y contribuir al buen desarrollo fetal propiamente (Miller 1989, Lucy 2003).

El incremento del plano nutricional energético y proteico favorece el incremento de la producción de leche sin deteriorar la reproducción en las vacas primíparas (ver Cuadro XII y Gráfica V) lo que confirma la necesidad de mejorar la calidad nutritiva de la dieta lactacional (Arauz 2009).

La calidad de la dieta determina en gran medida la producción de leche como indica Miller (1989) no solo a nivel experimental sino también en la práctica de las explotaciones lecheras especializadas. Los estudios en las fincas lecheras bajo los sistemas tropicales con prevalencia en el pastoreo como en Panamá indican que de los componentes de la dieta el alimento concentrado es el más influyente en la producción de leche diaria ya que este representa la fuente de energía y proteína (Bath et al. 1986). Por lo general la relación entre el uso del concentrado y la producción de leche es lineal. En la siguiente gráfica se presenta mediante la gráfica V cómo influye el uso ponderal del alimento concentrado con respecto a la producción de leche diaria.

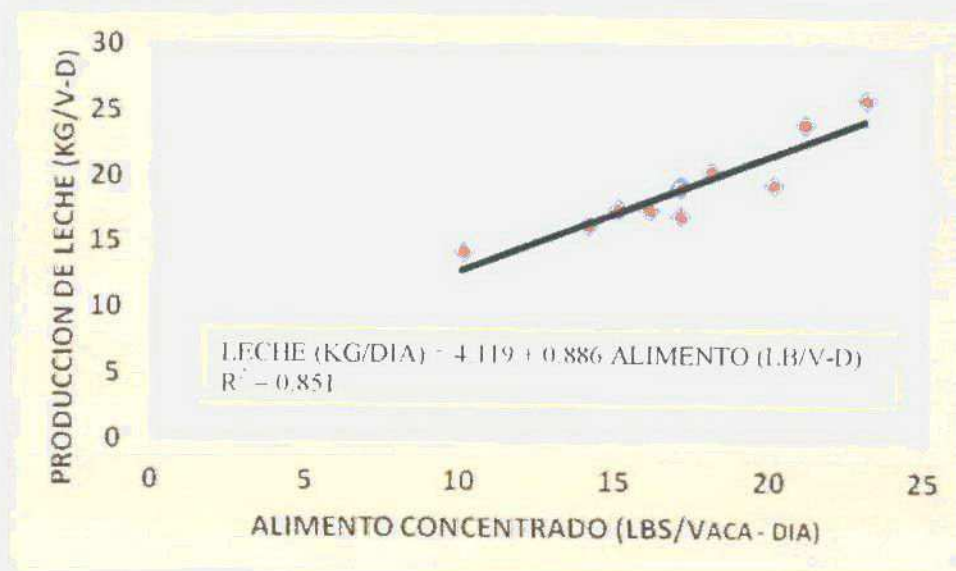
**Cuadro XII      PRINCIPALES COMPONENTES DIARIOS DE LA DIETA Y PRODUCCIÓN DE LECHE PROMEDIO EN VACAS DURANTE LOS PRIMEROS 120 DÍAS EN LAS FINCAS LECHERAS EVALUADAS**

Finca	Pasto (% peso vivo)	Concentrado (lb/vaca día)	Producción de Leche en 120 días (Kg/Día)
Dona'Evita (1)	6 83	21	24 18
Tres Reinas (2)	5 65	10	14 35
Camaroncito (3)	6 20	15	17 57
La Llave (4)	6 50	14	16 39
Buena Vista (5)	6 00	20	19 49
San Cristobal (6)	5 70	18	20 48
El Higo (7)	6 20	16	17 55
Los Pinos (8)	7 00	17	19 40
Ojo de Agua (9)	6 85	23	26 10
La Corona (10)	5 00	17	17 14
Media	6 19	17 1	19 27
D E	± 0 63	± 3 73	± 3 58
C V %	10 18	21 81	18 58

Fuente: Gonzalez E et al 2007

El perfil nutricional lactacional marca en gran medida el desempeño lactacional aun en vacas primiparas en donde el crecimiento y desarrollo somático todavía representan un reto y una competencia por nutrientes en contra de la función lactacional y de la rehabilitación reproductiva postparto (Arauz et al 2009) lo cual fue demostrado en vacas primerizas con una alimentación a base de forraje verde con una suplementación energético proteica ideal (Montero et al 2006) como se ilustra en el Cuadro XIII y en la Gráfica VI

**Gráfica V. Influencia del alimento concentrado sobre la producción de leche promedio en fincas lecheras especializadas en Panamá.**



Fuente: González E. et al., (2007); Araúz, E. E. (2008).

En esencia, la limitación de la vaca lechera en los sistemas tropicales es el bajo potencial nutricional de la dieta, la cual se fundamenta en forraje verde a través del pastoreo con una limitada suplementación energética y proteica.

Finalmente, el manejo apropiado de la vaca lechera durante la lactación requiere que se contemple los cambios que ocurren en el consumo de materia seca, producción láctea, uso de las reservas corporales, peso corporal y sistema digestivo y medio ruminal como centro de procesamiento digestivo y de absorción (ver Figura III).

Los primeros 90 a 120 días, se debe utilizar las reservas corporales para balancear las necesidades de energía con un apetito en transición; sin embargo,



esto conduce a producir un balance energetico lactacional temprano más negativo cuyos efectos repercuten a mediano y largo plazo sobre otras funciones como la reproducción y la propia trayectoria de la curva de lactación (Butler y Smith 1989)

**Cuadro XIII MEDIAS DE LOS PARÁMETROS LACTACIONALES EN VACAS PRIMIPARAS SEGUN LA RAZA Y EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN POR POTENCIAL LECHERO ENERGETICO Y PROTEICO**

Componentes de la Dieta y Aporte Diario Nutricional para las vacas en producción	I (Potencial Bajo)		II (Potencial Medio)		III (Potencial Alto)	
Pasto verde (lb/vaca)	49 20		71 50		62 70	
Alimento Concentrado (lb/vaca )	10 00		16 00		18 00	
Matena Seca (lb/vaca)	21 97		33 51		38 07	
Fibra Total (lb/vaca)	4 53		7 26		8 30	
Proteína Total (g/vaca)	1275		2012		2498	
ENlactacional (Mcal/vaca)	16 48		22 47		27 66	
Calcio (g/vaca)	208 92		211 10		199 78	
Fósforo (g/vaca)	123 94		161 00		156 18	
Potencial Lechero Energético (kg/día)	10 77		17 34		24 38	
Potencial Lechero Proteico (kg/día)	11 21		18 50		22 69	
Parametros Lactacionales	PS	HS	PS	HS	PS	HS
Producción de leche inicial (kg/v d)	9 2	10 4	12 8	14 1	12 7	16 9
Producción Máxima (Kg/v d)	12 4	13 35	17 7	18 5	19 3	22 3
Tiempo al máximo de producción (días)	40 1	42	34 7	37 7	34 5	41 1
Duración al techo lactacional (Días)	14	14	21	21	28	28
Producción de leche al cierre (kg/v-d)	6 82	6 62	9 57	9 71	9 17	11 28
Producción a los 305 días (kg)	2675	2847	4422	4605	5223	5672

PS PARDO SUIZO HS HOLSTEIN

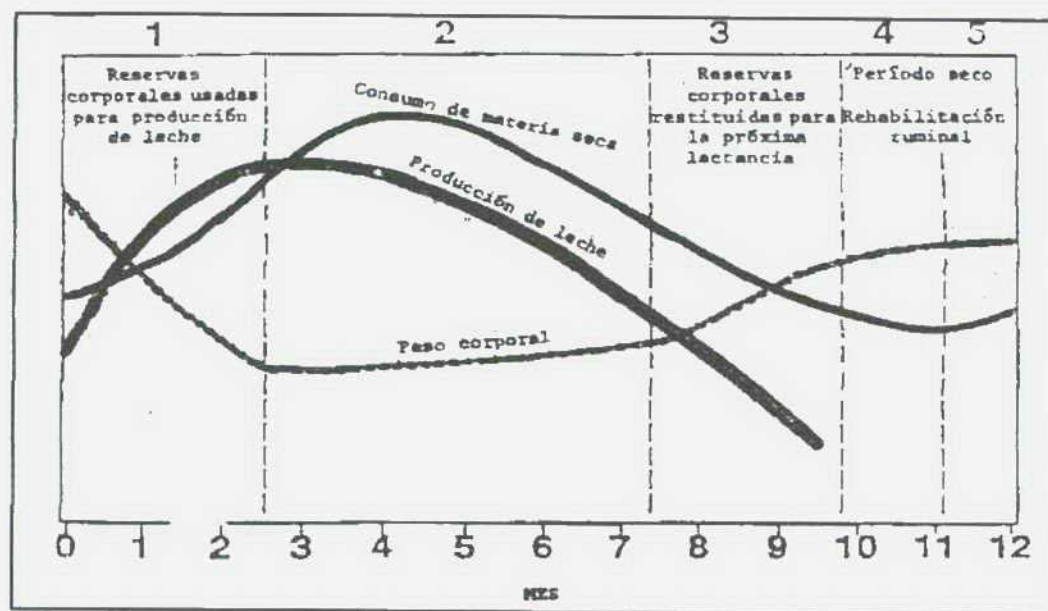
Fuente Montero E (2006) Arauz et al (2009)

**Gráfica VI:** Producción de leche en 305 días en vacas de la raza Pardo Suizo y Holstein en los sistemas de alimentación con potencial lechero energético bajo, medio y alto.



Fuente: Araúz et al., 2009.

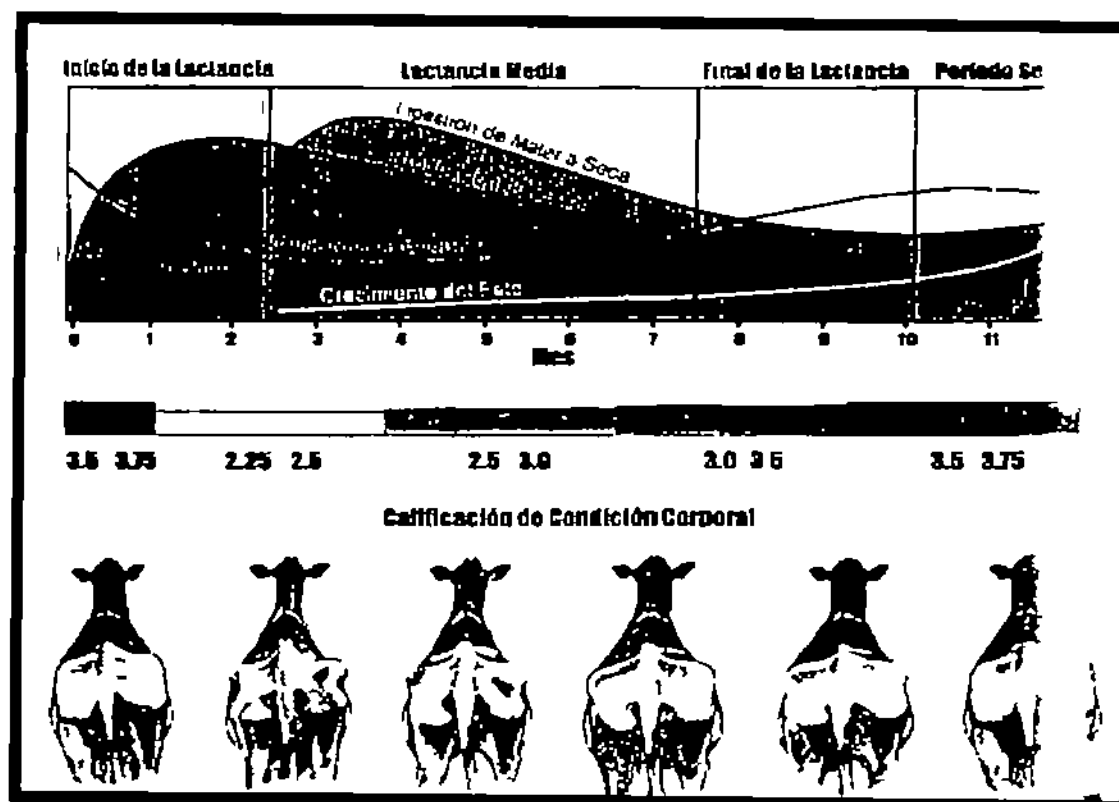
**Figura III:** Principales cambios en el patrón lactacional de la vaca lechera y su relación con la ingesta de materia seca, peso corporal y producción de leche según el perfil de las reservas corporales, nutrición y alimentación apropiada.



Fuente: Harris, B. 2004.

Durante la lactación las reservas corporales sufren una reducción apreciable y en consecuencia la condición corporal de la vaca se reduce desde un 3.75 hasta un 2.50 en los casos de mayor deterioro por producción – dieta aunque en circunstancias extremas puede caer hasta 2.25 según la escala de Edmondson et al (1989). El patrón corporal durante la lactación para la vaca al parto 60 120 180 240 y 305 días después del parto es 3.75 2.50 2.75 3.00 3.25 y 3.50 tomando en cuenta el perfil nutricional ideal si el potencial lechero

**Figura IV** La curva de lactación, ingesta de matra seca y crecimiento fetal y los cambios en la condición corporal en la vaca lechera



Fuente: Laboratorios ELANCO 2004

Para mantener el menor deterioro de la condición corporal y mantener la producción de leche según la curva de lactación se utilizan la suplementación como una alternativa para no solo proveer materia seca; sino también para proveer nutrientes que son esenciales para el mantenimiento corporal y el sostenimiento del potencial lechero; con énfasis en el alimento concentrado, heno, ensilaje, pasto de corte, minerales y vitaminas (ver Figuras V).

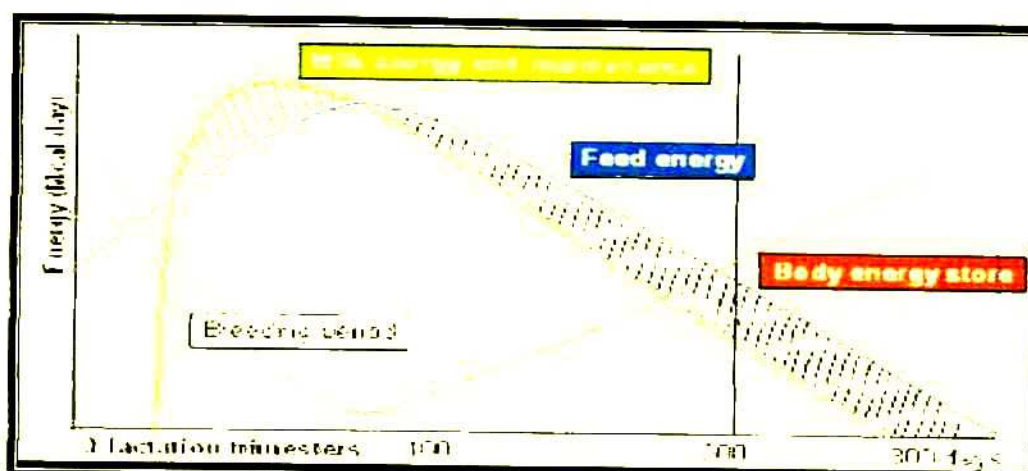
**Figuras V: Formas de suplementación con ensilaje, heno, melaza y granos.**



Fuente: Araúz, E. E. (2006).

La suplementación se define tomando en cuenta el balance energético y el potencial lechero tal como ocurren los cambios con en el potencial lechero (ver Figura VI) a continuación.

**Figura VI. Cambios en el requerimiento de energía para el mantenimiento y la producción a través de la lactación.**



## 5. Importancia de los registros para la evaluación lactacional y reproductiva.

El mejoramiento de la productividad lechera constituye un requisito fundamental para garantizar la sostenibilidad operativa, sin subestimar el incremento de los costos de producción. La producción y rentabilidad de la finca lechera pueden aumentarse mediante el manejo técnico apropiado y la corrección de los factores que limitan la aplicación de las tecnologías probadas donde se logre el mejoramiento de la selección de animales superiores por capacidad biológica de producción, adecuación de la nutrición y alimentación, mejoramiento del entorno micro ambiental, aplicación del programa de salud preventivo y uso de las estrategias para la producción de alimentos en la finca (Araúz, 2010).



La gran mayoría de todas estas pérdidas económicas pueden ser prevenidas mediante el manejo apropiado el uso de los registros para no emplear animales con limitaciones funcionales y genéticas y/o adquiridas con lo cual se puede aumentar la producción/animal y la eficiencia económica. La estrategia es evaluar para determinar en que sector biológico y de manejo es posible incrementar la respuesta biológica por vaca dentro del ciclo reproductivo normal.

Los indicadores ideales u óptimos de la reproducción y el manejo pertinente incluyen: Edad al primer servicio efectivo (15 a 20 meses), Edad al primer parto (24 a 29 meses), Peso al primer servicio (750 a 850 lb), peso al primer parto (100 a 1150 lb), Peso adulto en las razas pesadas (1350 a 1650 lb), Servicios por concepción (1.25 a 1.50), Tasa de concepción (67 a 80%), Periodo abierto obligatorio (45 días), Periodo abierto electivo (45 a 105 días), Periodo abierto máximo (87 a 120), Muertes embrionarias (< de 3%), Longitud gestacional (270 a 280 días), Proporción de vacas en ordeño (80 a 85%), Proporción de vacas secas (15 a 20%), Capacidad de Reemplazos Efectivos (15 a 30%), Tasa de descarte anual (8 a 12%), Tasa de Reemplazo Anual (10 a 20%), Intervalo entre partos (335 a 405 días), longitud lactacional (280 a 335 días) y periodo de recuperación post lactacional (30 a 75 días), los cuales deben enmarcarse en el patrón reproductivo de manejo de la vaca lechera moderna (Morrow 1983, McDonald 1989, Senger 1997, Nebel 1998, Duby y Prange 2002, Holly 2007).

Los principales indicadores funcionales y del manejo técnico para la producción en la finca lechera Grado A con énfasis en las condiciones tropicales en pastoreo incluyen producción de leche inicial (12 a 22 kg/día) producción de leche máxima (18 a 45 kg/día) producción de leche al cierre lactacional (8 a 18 kg/día) producción de leche total por periodo de producción ((3500 a 8500 kg) longitud lactacional (240 a 345 días) producción de leche ajustada a 305 días por grasa láctea a 305 días (3500 a 8000 kg) Producción de leche equivalente por madurez óptima (4500 a 8000 kg) Producción de leche Relativa del hato (mayor al 80%) y producción de leche total mínima acumulada por longevidad en ocho lactaciones entre 28 000 y 40 000 kg los cuales se consideran cifras referencias por eficiencia biológica y económica (Arauz 2010) aunque las cifras de producción procedentes de los hatos lecheros en Estados Unidos y Canadá son superiores según Visser y Wilson (2006)

Según la revisión minuciosa y los detalles ofrecidos por Arauz (2010) y Wilcox et al (1987) los registros más relevantes relacionados con la capacidad funcional de la vaca lechera deben incluir los siguientes aspectos

- 1º El registro individual general (identificación fecha de nacimiento padres abuelos raza indicadores del crecimiento salud manejo y otros datos generales)
- 2º Datos reproductivos (edad y peso al primer servicio edad y peso al primer parto servicios y toros para la inseminación artificial partos servicios por concepción intervalo entre partos y periodo seco)

- 3° Produccion de leche secuencial (cada 7 a 15 dias)
- 4° Periodo Abierto Periodo lactacional Intervalo entre Partos y Periodo en Seco
- 5° Analisis de grasa lactea (cada 30 dias)
- 6° Produccion acumulada 100 dias 200 y 305 dias
- 7° Produccion inicial maxima y al cierre de la fase de produccion
- 7° Problemas de salud fechados durante la lactacion
- 8° Tratamientos y medidas especiales de manejo
- 9° Problemas y enfermedades con fecha y duraci3n (inicial y final)

Con esta informacion la base de datos de una lactacion o periodo de produccion lacteo puede ser conformada de manera aditiva e integral para generar los indicadores de la produccion de la leche que permiten aplicar los procedimientos cuantitativos para facilitar la evaluacion fenotipica y el desempe1o biologico y productivo de conformidad con las caracteristicas de la curva de lactaci3n o fase de la produccion de leche (ver figura VIII Arauz 2010)

Entre los indicadores del desempe1o de la produccion lactea se incluyen los siguientes

- 1° Produccion de leche inicial (PLE inicial)
- 2° Produccion de leche maxima (PLE maxima)
- 3° Produccion de leche al cierre lactacional (PLE cierre)
- 4° Produccion de leche total acumulada (PLE acumulada)

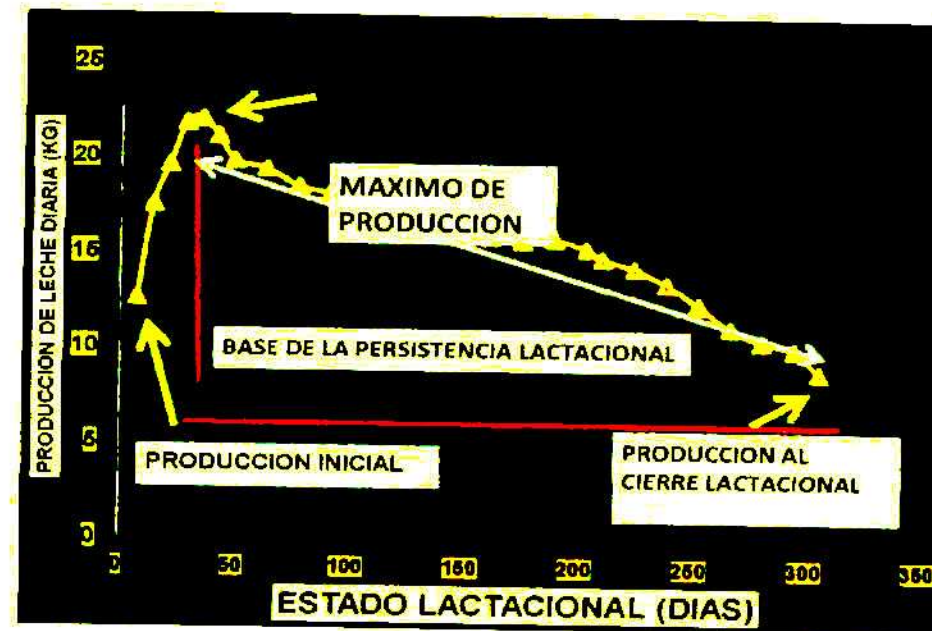


- 5° Produccion de leche a los 100 dias (PLE100dias)
- 6° Produccion de leche ajustada a 305 dias (PLE305dias)
- 7° Produccion de leche a 305 dias ajustada por grasa lactea (PLE305gl)
- 8° Produccion de leche ajustada promedio en 305 dias (PPL305)
- 9° Rendimiento de solidos totales grasa y proteina (RST RGL RPT)
- 10° Produccion de leche acumulada en la vida util
- 11° Produccion de leche relativa en el hato
- 12° Persistencia Lactea
- 13° Produccion de Leche al 4% de grasa y a 305 dias en la 3ra Lactacion

Uno de los componentes mas cruciales es la curva de lactacion y la rehabilitacion reproductiva de la vaca lo cual graficamente permite comprender los sectores de mayor presion metabolica zootecnica y economica La producci3n de leche constituye el area de informacion mas sensible para valorar el desempe1o de la vaca lechera y a su vez relacionar el mismo con la determinacion del progreso genetico mediante la capacidad real de produccion a traves de la ponderacion de sus registros de produccion y del aporte de su progenitor cuando el mismo ha sido evaluado a traves de las pruebas de progenie (Schmidt y Van Bleck 1974) En consecuencia los registros lactacionales conforman la herramienta esencial para determinar el comportamiento individual y relativo de la vaca en el hato lechero a traves de su curva de lactacion (ver Figura VII) Los valores de la produccion de leche ajustada o corregida facilitan la comparacion de la vaca con sus

contemporáneas y con sus madres (Wilcox et al., 1978) y a su vez ayudan a definir el progreso genético a través del diferencial de selección, el periodo de mejoramiento genético y la heredabilidad (Becker, 1984).

**Figura VII: Aspectos críticos de la curva de lactación en la vaca**



Fuente: Araúz, E. E. (2010).

El desempeño lactacional y reproductivo se encuentra sincronizado a través del control hormonal y metabólico; sin embargo, el comportamiento biológico y productivo de la vaca lechera es afectado en diversas formas y grados por diferentes factores internos y externos al animal como se muestra en el Cuadro XIV, el cual resume los factores que más bien reducen la capacidad productiva de la vaca lechera.

**Cuadro XIV    PRINCIPALES FACTORES LIMITANTES DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL EN PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN DE LA VACA LECHERA QUE REDUCEN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA PRODUCTORA DE LECHE EN EL TRÓPICO**

<b>Factores Limitantes de la vaca lechera en producción</b>	<b>Detalles</b>
Bajo Contenido Energetico del Pasto verde (Mcal/kg)	0 20 – 0 30
Bajo Consumo de matena seca y dietas con alta humedad (% pv)	1 85    2 50
Bajo contenido de Fibra Cruda en la dieta (%)	10    12
Alta dependencia en el Forraje verde exclusivo (%)	92 a 96
Bajo potencial energetico de la dieta (kg leche/dia)	16    24
Alta dependencia nutricional en alimentos concentrados (lb)	8    20
Alta relación de la matena seca de concentrados en la dieta (%)	45    55
Baja proporción de la matena seca de los forrajes en la dieta (%)	55 a 45
Baja disponibilidad de agua en el area de pastoreo	Frecuente
Baja condicion corporal al parto y durante la fase de produccion	< 3 25    <2 75
La Epoca anual y la disponibilidad de forraje verde (% p v )	3 0 – 6 0
La Epoca Anual y el estres calonco diurno ( C )	30 – 38
La Mastitis Subclinica y Clinica (2 – 6%)	20 – 40
Los partos problematicos y desordenes durante el puerperio	Frecuentes
Las parasitosis externas e internas	Frecuentes
Los desordenes reproductivos despues del parto	Frecuentes
El anestro postparto prolongado (dias)	110    160
Las enfermedades metabolicas (hipocalcemia anemia etc )	Frecuentes
Enfermedades Virales (Estomatitis Leucosis Papilomatosis)	Frecuentes
Enfermedades Podales durante la lactacion	Frecuentes
Mortalidad Embrionana y Baja Fertilidad	Frecuentes
Perdida de uno o mas cuartos mamas	Frecuentes
Debilidades anatomicas y estructurales en las patas y pezuñas	Frecuentes
Locomocion (+ 1 5 km/dia) y Disipacion Calonca (+ 10 a + 30%)	Costo Energetico
Influencia genetica de otras razas con aptitud para carne	Frecuente
Retraso en el desarrollo y la habilitacion reproductiva	Frecuente
Edad avanzada de las vacas (Partos)	8    12
Bajos indices de descarte anual por desempeno funcional (%)	2    6

Fuente Arauz E E (2008)

Segun Arauz (2008 2010) Fncke (1999) y Nebel (1997) la capacidad funcional lechera y reproductiva de la vaca es reducida especialmente si tomamos en cuenta los factores y condiciones limitantes en el medio tropical. La mayoría de estos efectos pueden ser detectados a traves de un buen sistema de registro biologico que combine los elementos manuales computarizados y valorativos de la zootecnia y economia de la vaca lechera en el medio tropical.

## **6 Factores ambientales nutricionales y reproductivos que afectan el desempeño lactacional, la curva de lactación y la eficiencia lechera**

La produccion de leche es una funcion especial que puede ser influenciada modificada o afectada por diversos factores especialmente por el clima y sus componentes tensors por el manejo la reproduccion y el perfil nutricional via fallas en la alimentacion. A continuacion se presentan los principales factores que pueden modificar y/o afectar la produccion de leche como proceso en su expresion y extension.

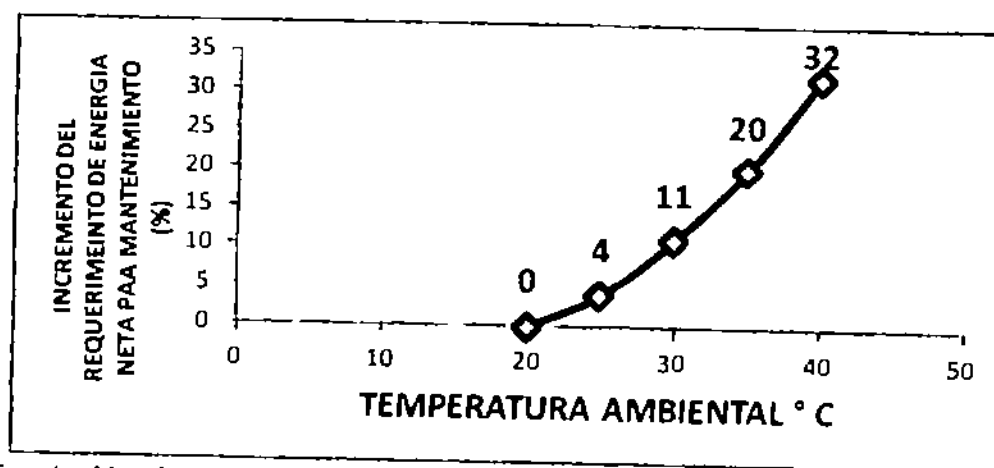
### **6.1 Estrés calórico la producción de leche, desempeño lactacional**

El estrés calórico tiene diversas consecuencias negativas que afectan la produccion de leche momento y su proyeccion en el tiempo. Una de los efectos es el aumento de los requerimientos de energia para el mantenimiento corporal por lo cual la vaca bajo estres calórico va a disponer de una menor cantidad de energia para el mantenimiento y la produccion de leche.

### 6.1.1 Estrés calórico y requerimiento de energía

Según McDowell (1981) al aumentar la temperatura ambiental entre 20 a 40°C se produce un aumento de hasta el 32% de la energía neta para el mantenimiento (ver gráfica VII). Esto es significativo si observamos que para vacas de 500 a 600 kg el requerimiento diario de energía neta para el mantenimiento es de 8.46 a 9.70 Mcal/día según la NRC (1989) lo que representa que sería necesario suministrar entre 2.71 Mcal de ENleche (vaca de 500 kg) a 3.10 Mcal de ENleche (vaca de 600 kg). De no hacer el ajuste vía alimentación lo que ocurriría es que la vaca en producción haría un ajuste diario de - 3.93 kg de leche con 3.5% de grasa si pesa 500 kg y - 4.49 kg de leche con 3.5% de grasa si pesa unos 600 kg. En la práctica de producción esto representaría una disminución de entre 17.86 y 20.4% en base a una producción común y estándar de 22 kg/vaca/día.

**Gráfica VII** Trayectoria del requerimiento de energía neta lactacional para el mantenimiento corporal según la temperatura ambiental



Fuente: Modificado por Arauz E. E. (2011) según datos de McDowell (1981)

El incremento de los requerimientos de energía para el mantenimiento durante la condición de estrés calórico y sus repercusiones sobre la producción de leche es ampliada si observamos que la misma condición del estrés calórico también produce una reducción en el consumo de materia seca

### 6.1.2 Estrés calórico y el consumo de materia seca

Los trabajos de McDowell (1981) y NAS (1981) indican que el consumo de materia seca en vacas con una producción diaria de 27 kg con 3.7% de grasa puede reducirse a 25, 30, 35 y 40 °C en 2.47, 7.14, 8.24 y 43.95% (ver Cuadro XV) lo que significa un aspecto crítico y deteriorante de las condiciones para la vaca lechera desde el perfil digestivo, nutricional y energéticamente

**Cuadro XV DESCENSO DEL CONSUMO DE MATERIA SECA SEGUN EL AUMENTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN VACAS DE LECHE CON 600 KG DE PESO Y UNA PRODUCCIÓN DIARIA DE 27 KG DE LECHE CON 3.7% DE GRASA**

Temperatura ambiental °C	Consumo de Materia Seca (kg/día)	Disminución en el Consumo de MS (kg/día)	Reducción de CMS Relativa al Ideal (%)
20	18.2	Sin Cambio	Sin cambio
25	17.7	-0.5	2.47
30	16.9	-1.3	7.14
35	16.7	-1.5	-8.24
40	10.2	-8.0	-43.95

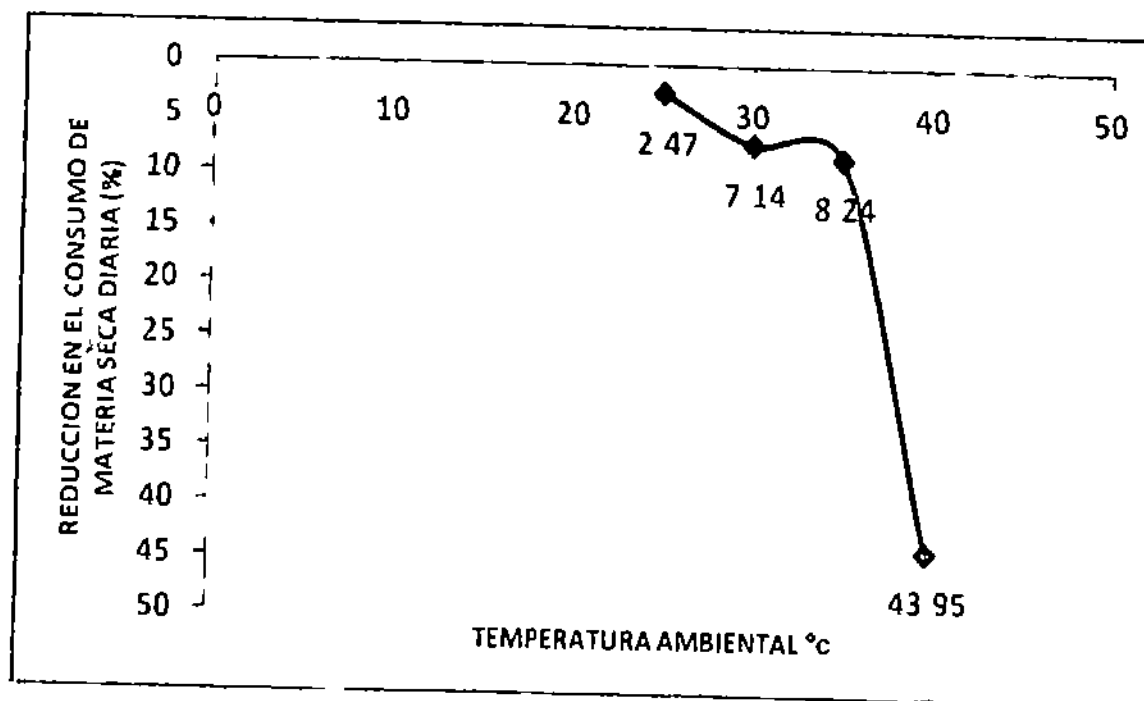
Fuente: McDowell (1981) National Academy of Sciences USA 1981

El efecto mas drastico observado en la reduccion en el consumo de materia seca fue observado entre los 35 y 40°C ya que entre estas temperaturas se redujo de 8 24% hasta el 43 95% de la materia seca en vacas de 600 kg de peso vivo con una produccion de 27 kg/dia. Esto indica que aunque el estres calorico produce un aumento drastico en los requerimientos de ENeta para el mantenimiento el consumo de materia seca no es tan marcado hasta que la temperatura ambiental alcance los 35 o mas grados centigrados (ver Graficas VII y VIII) a continuacion. No existe duda de que el estres calorico reduce el consumo de materia seca para lo cual ST Pirre et al (2003) reporto que la tasa de disminucion en el consumo de alimento basado en la materia seca disminuyo de acuerdo con el indice Temperatura Humedad de manera cuadratica y cuyo modelo regresivo para la estimacion de la reduccion en el consumo de materia seca es

$$RCMS = 0.0345 \times (ITH \text{ máximo} - ITH \text{ limite inicio de estrés})^2 \times D$$

Donde RCMS es la reduccion en el consumo de materia seca por la influencia negativa del diferencial del Indice ITH entre el maximo y el inicio del estres siendo D la proporcion del dia en el cual el ITH es superior al THI para el inicio del estres calorico (72) propiamente

**Gráfica VIII** Efecto de la temperatura ambiental sobre la tasa de reducción proporcional en el consumo de materia seca diaria en vacas de 600 kg de peso, con una producción de 27 kg y 3.7% de grasa

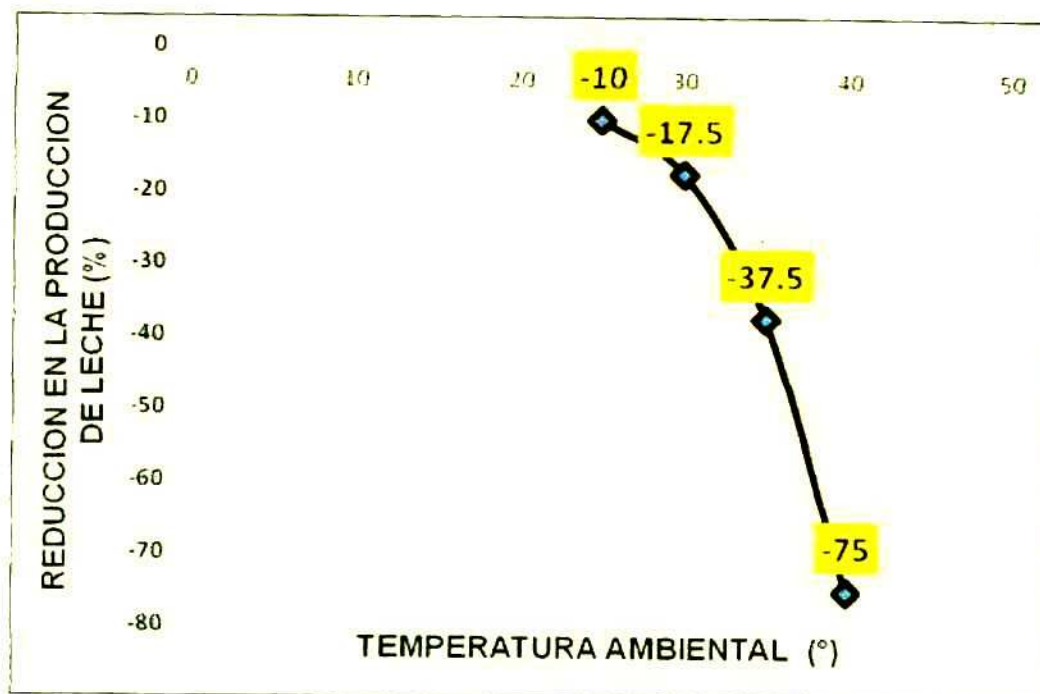


Fuente Adaptado por Arauz E E (2012) según datos de McDowell y NAS (1981)

Esta reducción puede ser superior si se considera la contribución de la radiación solar directa para los modelos de producción lechera con uso del pastoreo como parte del modelo general de producción como en las fincas del trópico (Mader et al 2006 Arauz et al 2010)



**Gráfica IX. Reducción de la producción láctea según la temperatura ambiental en la vaca de leche.**



Los efectos negativos del estrés calórico afectan el perfil nutricional de la vaca en producción y en consecuencia la reducción en el consumo de agua y materia seca constituyen el resultados de múltiples efectos o alteraciones que determinan un comprometimiento del metabolismo, de la capacidad funcional y de la estabilidad sistémica; comprometiendo la producción de leche (Collier y Beede, 1985; West, 2004).

Entre los principales efectos negativos que ejerce el estrés calórico en la vaca lechera se señalan de manera conjunta las siguientes alteraciones según Araúz (2006):

- 1 Reduccion del consumo de materia seca
- 2 Alteracion del consumo de agua y el balance electrolitico
- 3 Reduccion de la eficiencia del proceso de la digestion y absorcion
- 4 Incremento del costo energetico para el mantenimiento corporal
- 5 Reduccion de la disponibilidad de energia neta
- 6 Reduccion del pastoreo y el consumo de forraje verde
- 7 Alteracion de la composicion de la materia seca en la dieta
- 8 Disminuye la ingesta de proteina minerales y vitaminas
- 9 Alteracion del medio ruminal (pH bacterias AGV iones aas)
- 10 Disminucion del bicarbonato sodico salival
- 11 Reduccion de las reservas hepaticas de vitaminas y minerales
- 12 Alteración de la motilidad gastrointestinal y la defecacion
- 13 Disminucion de la rumia y la actividad bacteriana
- 14 Reducción de la producción de acidos grasos volatiles
- 15 Reduccion de la degradacion y sintesis de proteina ruminal
- 16 Alteracion del reflujo ruminal y el transito gastrointestinal
- 17 Incremento de la perdida de agua y electrolitos
- 18 Disminucion de la habilitacion de los carbohidratos estructurales

En consecuencia los cambios que se observan en la produccion de leche estan intimamente relacionados con las consecuencias nutricionales y fisiologicas que ocasionan el estres calórico en la vaca lechera en lactacion y por ende la tendencia en el manejo debe ser aquella tendiente a la reduccion del estrés

calórico y en la medida de lo posible a evitarlo propiamente. Como regla zootécnica la prevención de los factores que reducen la capacidad funcional y biológica es de mayor conveniencia en comparación con aquellas medidas que puedan considerarse más bien como curativas en términos del manejo o en sentido técnico que actúen como un paliativo débil con pocos beneficios.

### **6.1.3 Estrés calórico y la producción de leche**

La producción de leche puede reducirse hasta en 75% bajo la influencia negativa del estrés calórico de acuerdo con las cifras reportadas por McDowell (1981) y NAS (1981) aunque existe una diferencia en la reducción láctea de acuerdo con la condición racial (ver Gráfica IX Cuadro XVI) que puede variar según el grado de estrés calórico (ver Gráfica X). Las razas Holstein y Pardo Suizo son las de mayor sensibilidad calórica por su gran capacidad de aislamiento corporal y por su tasa de síntesis láctea (Arauz et al. 2010). Por ende, la reducción lactacional por estrés calórico es diferente según la raza o el grado de cruzamiento en el ganado bovino con aptitud lechera.

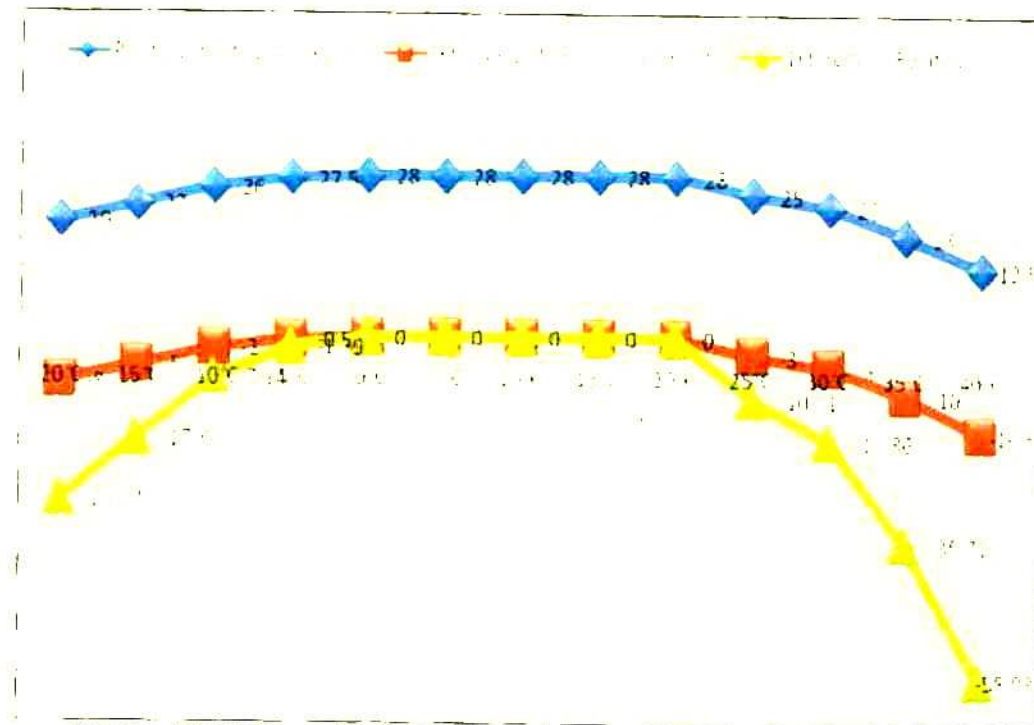
El grado de reducción en la producción láctea también está asociada con la temperatura ambiental y el índice de temperatura-humedad, así como también con el periodo de exposición. El resumen de diversos estudios que relacionan el estrés calórico con la producción de leche en Estados Unidos indica que la tasa

de disminución en la producción de leche ocurre en función de la siguiente ecuación de acuerdo con St-Pierre et al. (2003):

$$RMP = 0.0695 \times (ITH_{max} - ITH_{inicio \ de \ estrés})^2 \times D$$

Donde D es la proporción del día en el cual el ITH es superior al ITH donde inicia el estrés calórico microambiental

**Gráfica X: Tendencia de la producción de leche según la temperatura ambiental en la vaca de leche**



Fuente: Adaptado por Araúz (2006) según datos de McDowell (1981).

La reducción en la producción de leche deberá ser ajustada por la raza y a su vez se deberá tomar en cuenta la influencia de otros factores ambientales tales como humedad relativa radiación solar directa el complejo ITH (Curtis 1981 Arauz 2006) y el nuevo índice temperatura – humedad relativa – radiación solar directa – velocidad del viento (ITHRSDVW) según Mader et al 2006

**Cuadro XVI INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE SEGUN LA CONDICIÓN RACIAL Y EL POTENCIAL LECHERO**

<b>Temperatura Ambiental °C</b>	<b>Pardo Suiza (kg/día)</b>	<b>Jersey (kg/día)</b>	<b>Holstein (Kg/Día)</b>	<b>Cebu (Kg/Día)</b>
10	20 0	14 0	20 0	3 5
20	19 0	12 5	18 0	4 0
30	17 5	10 0	15 0	3 5
40	6 0	4 0	5 0	2 5
$\Delta$ 40 - 20 °C	- 13 kg	8 5 kg	13 kg	1 5 kg
+ 20 °C	-68 42 %	-68 00 %	- 72 22 %	- 42 85 %
$\frac{\text{Kg}}{^{\circ}\text{C}}$	0 65	- 0 425	0 65	0 075

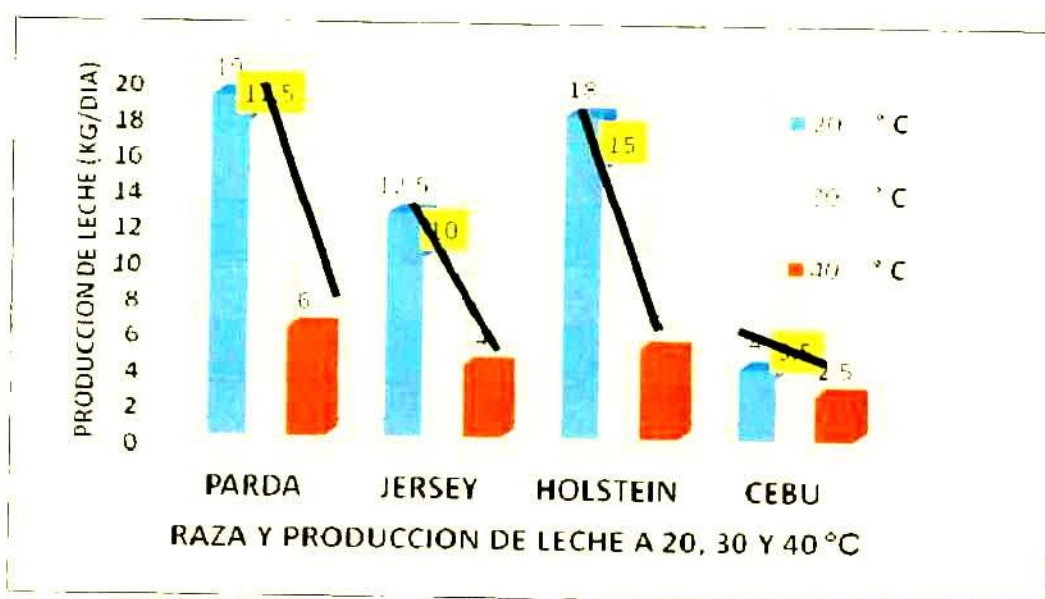
Fuente Modificado por Arauz (2011) según datos de Johnson y Ragsdale 1950

Los efectos de la temperatura ambiental sobre la producción de leche en el medio tropical dependerán de la naturaleza genética de los animales de la altitud de la época anual del estado lactacional y del potencial lechero de los animales así como de la severidad del microambiente en el marco del estrés térmico (Batista 2011) Desde luego otras condiciones como la naturaleza de

la sombra, las distancias a recorrer y el manejo alimentario influirán para determinar el efecto combinado y específico del grado de estrés calórico generado en la época seca e incluso en la época lluviosa (Araúz, 2003).

La producción de leche en las razas Pardo Suizo, Jersey, Holstein y Cebú disminuye a medida que aumenta la temperatura ambiental a partir de los 20°C (ver Gráfica X). La sensibilidad calórica de cada raza es crítica para determinar el ajuste lactacional ya que la alteración de la carga calórica corporal durante la fase diurna se convierte en una barrera para el normal desempeño funcional y lactacional de la vaca lechera especializada e incluso en la cruzada con adaptación crónica parcial en el clima tropical húmedo (Araúz et al., 2010).

**Gráfica XI: Producción de leche a 20, 30 y 40°C de temperatura ambiental en las razas Pardo Suizo, Jersey, Holstein y Cebú y su decadencia biolactacional.**



En terminos de sensibilidad calorica las vacas cebuinas fueron las menos sensibles y mas resistentes a la influencia negativa del estres calorico mientras que la raza Holstein fue la de mayor sensibilidad calorica aunque las razas Pardo Suizo y Jersey fueron moderadas en la sensibilidad al estres calorico ambiental pero tambien sufrieron una reduccion en la capacidad lactacional momentum (Arauz 2011) al igual que encontro Johnson y Ragsdale (1950)

Segun la NRC (1989) la produccion de leche puede reducirse hasta el 75% cuando la temperatura ambiental de bulbo seco alcance hasta 40°C La reduccion en la produccion de leche debera ser ajustada por la raza y a su vez se debera tomar en cuenta la influencia de otros factores ambientales tales como humedad relativa radiacion solar directa el complejo ITH (Curtis 1981 Arauz 2006) y el nuevo indice temperatura – humedad relativa – radiacion solar directa – velocidad del viento (ITHRSDVV) segun Mader et al 2006

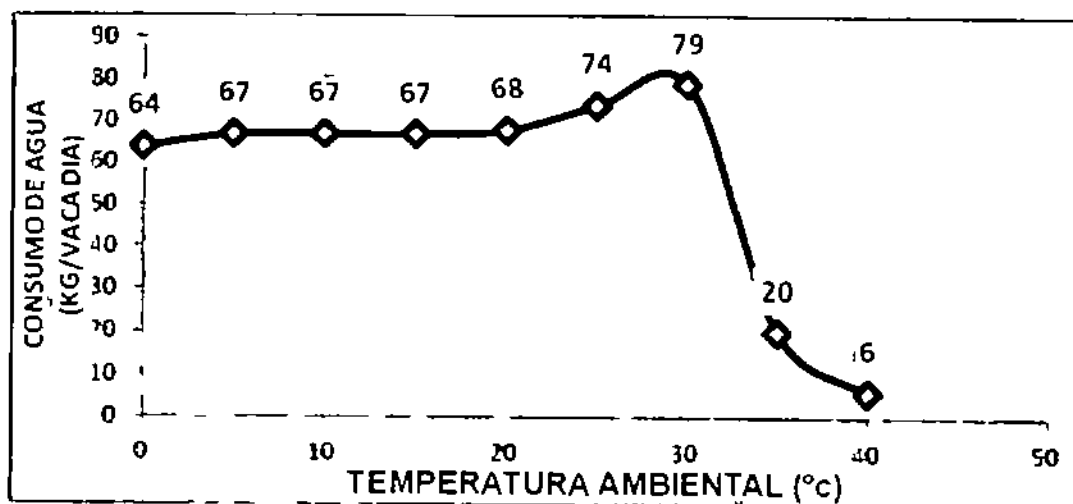
El principio basico del impacto del estres calorico sobre la produccion de leche es que los cambios que se originan se encuentran correlacionados con las alteraciones del perfil biolactacional nutricional y metabolico de la vaca de leche en condiciones normotermicas de acuerdo con la tendencia postparto del consumo de materia seca de la curva de lactacion y de la recuperacion de las reservas corporales

#### 6.1.4 Estrés calórico y consumo de agua

El agua forma la mayor parte de la leche y se requiere para el funcionamiento metabólico, la producción de leche, el desarrollo de los procesos de la digestión, absorción y excreción (Kolb 1974), así como para la producción de leche propiamente (NRC 1989). Además, cuando la vaca sufre de estrés calórico, el agua es necesaria para los procesos de la disipación calórica activa, es decir, para la sudoración y respiración (Yousef 1985).

El aumento de la temperatura corporal tiene un efecto curvo lineal en la tendencia del consumo de agua (ver Gráfica XI). Al aumentar la temperatura ambiental entre 20 y 30°C se produce un aumento en el consumo de agua; sin embargo, al continuar aumentando la temperatura del medio se produce una reducción considerable en la ingesta de agua como se ilustra a continuación.

**Gráfica XII Consumo de agua en la vaca de leche en lactación según la temperatura ambiental en la zona neutral y de estrés calórico**





Una de las principales razones para que ocurra la disminucion en la produccion de leche es que el estres calonco tambien conlleva auna disminucion en el consumo de agua afectando la disponibilidad de agua para la sintesis lactea

## **7 Efectos de la interacción genotipo por ambiente sobre la fertilidad en la vaca lechera**

Los estudios indican que al parecer existe una relacion genotipo por ambiente sobre la fertilidad porque las novillas con aptitud para la produccion de leche resultan mas fertiles que las novillas con menor potencial genetico pero en las vacas en lactacion sucede lo contrano Es preciso agregar que las altas tasas de concepcion dependen del manejo del hato los efectos del estres calonco (temperatura) entre otros factores (Britt 1985)

En estudios en los cuales se evaluo el efecto de diversos factores sobre la fertilidad se encontró que la participacion relativa de la producción de leche es menor que otros factores por ejemplo los problemas del puerperio (Hernandez 2000) En este sentido en un estudio se reportó que hatos con alta produccion de leche tuvieron mejor desempeño reproductivo Esta observacion fue a pesar del pequeño antagonismo entre la aptitud genetica para la produccion de leche y varios rasgos reproductivos en las vacas en lactacion Ademas se observo que hatos con baja produccion presentaron bajo desempeño reproductivo como dias del parto a la primera ovulacion o dias abiertos Por lo tanto puede concluirse que el desempeño reproductivo en gran medida se debe a factores ambientales mas que a factores geneticos (Britt 1985)

Los investigadores han indicado que al evaluar el efecto del clima tropical humedo sobre el Bos taurus el Bos indicus y sus cruces el Bos indicus tiene mejor homeostasis termica aunque algunos ejemplares Bos taurus presentan un comportamiento de interaccion genotipo ambiente mediante el cual sus mecanismos de disipacion de calor se activan por lo que no se altera su comportamiento en pastoreo al mantener su homeostasis interna (Esperon 2000) En virtud de lo anterior algunos de estos ejemplares se consideran razonablemente tolerantes al calor (Hammack 2008) Bajo estrés ambiental el incremento de la capacidad productiva de leche de las vacas tiende a disminuir su habilidad reproductiva Por su parte las razas de clima templado poseen un alto potencial para producir leche en las condiciones climaticas en las que se desarrollaron Sin embargo estas razas no son capaces de resistir las condiciones dificiles del clima tropical al punto de no poder mantener sus efectivos por la alta mortalidad y de descarte

### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **1 Enfoque de la investigación**

La investigación fue planteada para evaluar una base de datos lactacionales y reproductivas de una finca con registros manejo y control reproductivo con énfasis en nutrición apropiado por requerimientos nutricionales para el mantenimiento y la producción de leche en base al modelo de pastoreo bajo estrés calórico moderado

En el Esquema II se presenta como se montó el diagnóstico y cómo se proyectó el uso de la base de datos computarizados incluyendo la integración del estudio cuantitativo de los registros la validación de los registros y la aplicación de los factores de sesgo para mejorar la credibilidad de los datos De esta manera se logró una base de datos confiable y apropiada para el análisis estadístico y biológico

Los indicadores lactacionales y reproductivos fueron aplicados para definir en primera instancia el desempeño y establecer la relación entre la producción de leche y los indicadores de la reproducción postparto Habiendo definido la base de datos sin sesgo se procedió al análisis estadístico mediante la variancia correlación regresión y comparación de medias ajustadas en pares y por

contraste ortogonal por la naturaleza de la producción de leche como variable continua o dinámica (ver Esquema II).

**ESQUEMA II:** Componentes críticos de la investigación y proyección experimental para evaluar el desempeño biolactacional en vacas Pardo Suizo en condiciones de tecnología lechera especializada.



## **2 Hipótesis en el estudio**

### **Sector A Desempeño lactacional segun los partos**

**Hi** La produccion de leche sectorizada y acumulada en la vaca Pardo Suizo bajo las condiciones de manejo y alimentacion Grado A es afectada en su magnitud y trayectoria por el numero de partos y la epoca del parto en el medio tropical

**Ho** La produccion de leche sectorizada y acumulada en la vaca Pardo Suizo bajo las condiciones de manejo y alimentacion Grado A no es afectada en su magnitud y trayectoria por el numero de partos y la epoca del parto en el medio tropical

### **Sector B Producción de leche e indices reproductivos**

**Hi** La produccion de leche en su expresion acumulada y a traves del periodo lactacional es afectado por el periodo seco el periodo abierto y el intervalo entre parto

**Ho** La produccion de leche en su expresión acumulada y a traves del periodo lactacional no es afectado por el periodo seco el periodo abierto y el intervalo entre parto

### **Sector C Producción de leche y época anual**

**H<sub>i</sub>** La magnitud y trayectoria de la producción de leches modificada según la época anual con énfasis en los primeros 150 a 180 días de la lactación

**H<sub>o</sub>** La magnitud y trayectoria de la producción de leche no es modificada según la época anual con énfasis en los primeros 150 a 180 días de la lactación

### **3 Descripción de la unidad macro experimental ubicación y microambiente**

El estudio fue realizado en una finca lechera grado A ubicada en la Cuenca Lechera de Bugaba. La misma se encuentra ubicada a 700msnm en la comunidad de Buena Vista Abajo vía Volcan. El clima de esta zona se considera tropical húmedo pre montano y la precipitación pluvial anual es 3500mm con una época seca de enero a abril y la época lluviosa de mayo a noviembre con lluvias esporádicas en los meses de diciembre y enero. El microambiente del día presenta una temperatura máxima en la época lluviosa de 35°C y en la época seca 38°C mientras que en la noche es 20°C y 22°C. Las áreas de pastoreo tienen sombra natural dispersa en los potreros para favorecer el bienestar animal. La finca tiene una extensión de 170 hectáreas mantiene 125 vacas en producción con el sistema de ordeño mecanizado dos veces por día y la alimentación es normada de acuerdo con los requerimientos nutricionales por producción.

#### **4 Animales Experimentales**

Se utilizó animales hembras de la raza Pardo Suizo purificados y puros ya que la finca tiene dos décadas de mejoramiento genético vía inseminación artificial. Cualquier información de un animal distinto al Pardo Suizo fue empleado para excluir de la base de datos y clasificaron como válidos todas las vacas entre uno y diez partos máximos con un intervalo entre partos normal y un período lactacional mínimo de 240 días sin evidenciar algún problema metabólico, patológico, infeccioso o limitación física que interfiriese con su potencial lechero y reproductivo.

#### **5 Manejo General de los Animales Experimentales**

La finca mantiene un programa de control nutricional, reproductivo, genético y de salud en el hato de manera estandarizada con ajustes por época anual y nivel de producción láctea con miras a satisfacer las necesidades nutricionales para el mantenimiento y la producción de leche. La alimentación fue regulada según los requerimientos nutricionales por producción en base a los lotes de vacas: superélite, élite, superior, vaquillas y baja producción. Se realizó una suplementación diaria y el alimento concentrado se administró en un 70% dos veces por día. La producción de leche fue registrada semanalmente y su almacenamiento fue computarizado en el Sistema VAMPP Leche, incluyendo la pesa de leche en la madrugada y en la tarde. La salud fue controlada por las pruebas que mandata el MINSA, el MIDA y la planta de procesamiento lácteo.

Se utilizó un programa semanal de seguimiento y control de mastitis aguda, el plan mensual de control de parásitos y los problemas de salud y el programa de vacunación contra enfermedades clostridiales y virales de interés reproductivo.

## **6 Evaluación del Estado Reproductivo de las Vacas en producción**

Se utilizó el programa de control reproductivo desde el parto hasta el secado de la vaca, donde los puntos críticos fueron: parto, puerperio, reactivación ovárica, programación para el servicio, diagnóstico de la preñez y secado de la vaca 60 a 45 días antes del parto, considerando en ciertos casos el efecto para el secado si la producción de leche fue menor a 6.0 kg/día. El programa de manejo reproductivo incluyó el seguimiento desde el parto hasta el secado; no obstante, el componente más crítico correspondió al seguimiento postparto con miras a controlar que el puerperio evolucionara normalmente y, en caso necesario, intervenirlo apropiada y oportunamente, así como también se contribuyó en la reactivación glandular y ovárica para normalizar el ciclo estral y, con ello, implementar el servicio por inseminación artificial a partir de los 45 días después del parto, tal como se estipula en el patrón bio reproductivo del ganado lechero moderno (Fricke 1999, Nebel 2006).

## **7 Protocolo Nutricional y Hormonal para mejorar la Reproducción**

Después del parto y en el último tercio del puerperio se utilizó la evaluación del sistema genital con énfasis en la evaluación de los ovarios y el estado general para aplicar la activación ovárica mediante productos nutraceúticos y hormonas.



según sea el caso de cada vaca con el objeto de mantener una fertilidad apropiada. El manejo nutricional incluyó uso de iodo, selenio, fósforo, hierro, cobre, cobalto, zinc, vitaminas A, D<sub>3</sub>, E y Complejo B dentro de los nutraceúticos, mientras que entre los hormonales se utilizó GnRH y PGF<sub>2α</sub>.

El manejo de los productos se realizó según las normas de bioseguridad y las medidas de higiene pertinentes, partiendo de las normas de empleo según el laboratorio fabricante y las condiciones técnicas de orden clínico en cada animal en base a su anamnesis y al comportamiento ovarico postparto.

## **8 Programa de Alimentación y Manejo Nutricional**

La alimentación de las vacas en producción se realizó según los lotes por producción (superelite, elite, superior, vaquillas y bajo). Los lotes fueron definidos según la producción y el estado lactacional, destacando las clases por producción de leche en 22 a 28, 18 a 22, 14 a 17, 12 a 16 y 7 a 12 kg/vaca – día. En el área de pastoreo se mantuvo dos lotes, siendo el primero compuesto por las vacas del superelite, elite, superior y vaquillas, mientras que el segundo lote solo incluyó el de baja producción. Las principales diferencias en la alimentación fueron utilizadas para determinar la suplementación, clasificando las vacas según la clase por producción y el estado lactacional, propiamente como se muestra en el Cuadro XVII.

**Cuadro XVII CARACTERISTICAS DE LA DIETA EN LOS LOTES DE VACAS POR PRODUCCIÓN Y ESTADO LACTACIONAL**

Producción y alimentación	Supereleite	Elite	Superior	Vaquillas	Bajo
Leche kg/vaca día	22 a 28	18 22	14 17	12 16	7 12
Pasto verde diario	av	av	av	av	av
Concentrado (lb/v d)	24	20	13	15	8
Heno (lb/vaca – día)	2 5	2 5	2 5	2 5	2 5
Melaza (lb/vaca – día)	2 0	2 0	2 0	2 0	2 0
Diamond VXP (g/v-d)	75	75	60	75	---
Pecutrn (g/v d)	75	75	75	75	—

Fuente Arauz E E (2009) av a voluntad (verificado por biomasa prepástoreo)

El potencial para aportar materia seca, energía neta lactacional, proteína, calcio, fósforo y carbohidratos estructurales de cada una de las dietas fue obtenido mediante el programa computarizado para el análisis nutricional para bovinos de leche en la fase lactacional AG Ration con el ajuste de los requerimientos nutricionales según la NRC (1989, 2001). Se utilizaron los análisis bromatológicos y los referentes nutricionales para los alimentos en Panamá, considerando los análisis bromatológicos y el suministro proximal por animal.

## 9 Parámetros Experimentales

En este estudio del desempeño lactacional y reproductivo del ganado lechero Pardo suizo en condiciones micro ambientales y climáticas del clima tropical

humedo pre montano se utilizaron los siguientes indicadores fisiológicos o parametros dependientes

### **9 1 Parámetros lactacionales**

- Produccion de leche diaria (kg) por semana (cada 7 dias)
- Producción de leche a 100 dias
- Produccion de leche a los 305 dias (kg)
- Estado Lactacional (dias semanas meses)
- Partos acumulados secuenciales

### **9 2 Parámetros Reproductivos que afectan la producción**

- Periodo abierto Total (dias)
- Periodo abierto electivo (dias)
- Tiempo postparto para establecer la preñez efectiva (dias)
- Servicios por concepcion (no)
- Tasa de concepcion (%)
- Intervalo entre partos (dias)

### **9 3 Parámetros Nutricionales**

- Consumo de Materia Seca Proximal (kg/animal)
- Consumo Proteina Total Proximal (g/Animal)
- Consumo de Energia Neta Lactacional (Mcal/Animal)

- Estado nutricional energetico y proteico ajustado
- Consumo de Fibra cruda proximal (lb/vaca-dia)
- Consumo de calcio y fosforo diario (g/vaca – dia)

## **10 Técnicas Especiales y Procedimientos Experimentales**

### **10.1 Registro Computarizado y Base de Datos**

Se utilizó la base de datos computarizados en el programa Vampp leche version 5.0 a partir del cual se obtuvieron los indicadores reproductivos y lactacionales entre el 2000 y el 2009. Se evaluaron 800 lactaciones completas clasificadas según el número de partos entre el 1<sup>ro</sup> y el 10<sup>mo</sup> para conformar la matriz lactacional y reproductiva. Se tomó en cuenta la fecha de partos para sectorizar la producción de leche según la época anual con énfasis en los primeros 150 días de la lactación pero también la secuencia completa de la fase de producción. Los registros de producción y reproducción fueron utilizados para generar la matriz de datos para el análisis estadístico mediante el programa SAS (1997-2001).

### **10.2 Pesaje de la Producción de Leche Semanal**

La producción de leche que se utilizó fue la registrada de manera individual por vaca cada semana a partir de la segunda semana después del parto propiamente incluyendo la producción AM y PM y por ende se utilizó la sección

de histonal lactacional secuencial de cada vaca segun el perfil del programa Vampp leche para obtener la produccion secuencial a partir de la primera semana comercial (segunda semana postparto) hasta el secado de cada vaca en cada parto. La producción de leche fue registrada en kilogramos y no se incluyo el ajuste por grasa lactea al no haber esta informacion disponible en el sistema de manejo de la finca por razones de costo del laboratorio.

### **10.3 Estado Nutricional Energetico proteico y Mineral (Ca y P)**

La nutricion estandar por lote de producción para las vacas en produccion fue determinada segun los requerimientos de energia neta proteina calcio fosforo y el consumo de alimentos con la aplicación de la bromatologia proximal a través de los contrastes de los requerimientos nutricionales completos diarios con el consumo y aporte proximal diario de nutrientes. Se utilizaron los requerimientos nutricionales de la NRC (1989, 2001) y el balance de los nutrientes fue establecido a traves del programa AgRation (2001). La bromatologia de los alimentos fue obtenido mediante la base bromatologica para los alimentos del ganado lechero en Panama segun Arauz (2006).

### **10.4 Registro e Integndad de los Datos Experimentales**

El registro individual de cada vaca en la base lactacional y reproductiva fue codificada para formar la matriz numerica segun los requerimientos para el analisis estadistico con el programa SAS (2001). Los animales seleccionados

debieron pasar el filtro de los problemas metabólicos parasitarios infecciosos y traumáticos ya que los mismos afectan ambos desempeños

## 11 Análisis Estadístico, Diseño Experimental y Modelos Biométricos

El análisis de la producción de leche en las primeras 22 semanas de la lactación según la época y los partos fue evaluada mediante el diseño de parcela subdividida en tiempo con la fragmentación del error en a y b más covarianza en base al periodo de descanso preparto. Todos los análisis se realizaron según la sección GLM del programa SAS. La producción de leche momento por estado lactacional diario por semana fue evaluada estadísticamente según el siguiente modelo lineal aditivo

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + D_{j(i)} + B_k + (AB)_{ik} + Cl + (AC)_{il} + (BC)_{kl} + (ABC)_{ikl} +$$

$$\beta_1 (X_{ijkl} - \bar{u}) + e_{(ijkl)} \quad \text{donde}$$

$Y_{ijkl}$  = La Producción de Leche semanal (kg/día)

$A_i$  = Época anual (seca (1) y lluviosa (2))

$D_{j(i)}$  = Animales dentro de época anual o Error a

$B_k$  = Partos ( $i^o = 1 \dots 10$ )

$(AB)_{ik}$  = Estado Lactacional ( $k$  = semanas)

$Cl$  = Estado Lactacional (semanas 1 - 22)

$(AC)$  = Época X estado Lactacional

$(BC)_{kl}$  = Interacción parto x estado lactacional

$(ABC)_{ikl}$  = interacción época x partos x estado lactacional

$\beta_1 (X_{ijkl} - \bar{u})$  Efecto covariativo del periodo de descanso preparto en días

$e_{(ijkl)}$  Residuo experimental

La producción de leche total en 305 días fue evaluada en base al siguiente modelo lineal aditivo según el arreglo factorial mas covarianza

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_k + (AB)_{ik} + \beta_1 (X_{ijk} - \bar{u}) + e_{(ijkl)} \quad \text{donde}$$

$Y_{ijkl}$  = La Producción de Leche total ajustada en 305 días (kg)

$A_i$  = Año (1 8)

$B_k$  = Partos ( $i^o = 1$  11)

$(AB)_{ik}$  = Interacción Partos x Año

$\beta_1 (X_{ijk} - \bar{u})$  Efecto covariativo del periodo de descanso preparto (días)

$e_{(ijkl)}$  Residuo experimental

Otros diseños utilizados fueron

Factorial  $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_k + (AB)_{ik} + e_{(ijk)}$

Donde  $Y_{ijk}$  = Producción de leche a 100 y 305 días

$\mu$  = Media Poblacional

$A_i$  = Época Anual ( $i^{mo} = 2$ )

$B_k$  = Numero de la Lactación ( $k^{mo} = 1, 2$  y  $3$ )

$(AB)$  = Interacción

$E_{(ijk)}$  = Residuo Experimental

Randomizado mas covarianza

$$Y_{ij} = \mu + A_i + b_1(X_{ij} - u_1) + b_2(X_{ij} - u_2) + E_{ij}$$

Donde

$Y_{ij}$  = Producción de leche total a 305 días y a 100 días

$\mu$  = Media

$A_i$  = Lactación numero ( $i^{mo} = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ )

$b_1 (X_{ij} - u_1)$  = Efecto covariativo de Periodo Seco (días)

$b_2 (X_{ij} - u_2) =$  Efecto covariativo del Intervalo entre partos previo

$u_1$  y  $u_2 =$  Medias de las covariables 1 (Periodo seco) y 2 (IEP previo)

$E_i =$  Residuo Experimental

El analisis de datos en base a las medias ajustadas permitio el empleo de las regresiones polinomiales del primer segundo tercero cuarto y quinto grado respectivamente El modelo regresivo polinomico maximo fue el siguiente

$$Y_{ij} = B_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + b_4X^4 + b_5X^5 \text{ donde}$$

$Y =$  Parametro lactacional o reproductivo

$X =$  Lactacion numero 1 10

Otros análisis incluyeron correlacion regresion y comparacion de las medias por el metodo de contraste polinomial (Gill 1978) Los analisis estadisticos fueron efectuados con el Programa SAS (Statiscal Analysis System 1997 2001) La estructura de la matriz de datos y los analisis estadisticos fueron desarrollados segun el instructivo para SAS (Arauz 2007) en base los requisitos de los modelos lineales o GLM (General Lineal Models SAS 1997 2001)

## **12 Trayectoria de la Curva de Lactacion y analisis regresivo especial**

La trayectoria de las curvas de lactación por parto fue analizada mediante el procedimiento de Wood el cual se aplico al contemplar el estado lactacional en dias y la producción de leche diaria en kilogramos

La trayectoria de la produccion de leche fue evaluada en funcion del estado lactacional y el análisis se realizo segun el modelo de Wood (1964) descrito por



Herrera y Barreras (2001) El manejo de los datos lactacionales fue realizado con la función gamma incompleta incluyendo la transformación logarítmica en base al siguiente modelo regresivo

$$Y = A X^b e^{-cx} \text{ donde}$$

Y fue la producción de leche (lb/vaca – día) A el factor de regresión X el tiempo postparto dentro de la fase lactacional b el primer coeficiente de regresión o incremento lactacional e el exponente 2.7183 y c es el segundo factor de regresión o decadencia lactacional. A partir de la ecuación se generó la máxima producción, el tiempo a la máxima producción y la persistencia láctea.

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SAS (1997) según los procedimientos indicados por Arauz (2008). Otros indicadores de la curva de lactación por parto fueron determinados según las siguientes expresiones:

$$\text{Tiempo para máxima producción} = Y_{\max} = A (b/c)^b e^{-b}$$

$$\text{Máxima Producción de Leche} = A(b/c)^b e^{-b}$$

$$\text{Persistencia Láctea} = S = (b+1) \ln(c) + \ln(b+1)$$

$$\text{Producción de leche (kg)} = A n^b e^{-cn}$$

**Y<sub>n</sub> o Y<sub>x</sub> = Producción de leche (kg) por estado lactacional**

**A = b/c Incremento / Decadencia**

**n = Estado Lactacional (Días)**

**b = Factor de incremento lactacional**

**c = Factor de decadencia lactacional**

**e = 2.7182818**

La aplicación se realizó según el siguiente ejemplo

$$A = \text{Exp}(2.572285552) = 13.09572121 \quad b = -0.073327187 \quad c = 0.005064242$$

Tiempo al máximo de producción

$$n = b/c = -0.073327187 / 0.005064242 = 14.48 \text{ días}$$

$$\text{Rendimiento Máximo } Y_{\max} = A (b/c)^b e^{-b}$$

$$Y_{\max} = 13.09572121 (14.48)^{-0.073327187} e^{-0.073327187} \quad e = 2.7182818$$

$$= 13.09572121 (0.82202326) (2.2750983) = 10.14 \text{ lb/día}$$

$$Y_{\max} = 10.14 \text{ lb/día} = 4.597 \text{ kg}$$

$$\text{Persistencia Lactea} = S \quad S = (b+1) \ln(c) + \ln(b+1)$$

$$S = (-0.073327187 + 1) \ln(-0.005064242) + \ln(-0.073327187 + 1)$$

$$(0.926672813) (5.285550807) + (-0.076125)$$

$$4.8979 - 0.076125$$

$$4.822 \text{ lb}$$

$$Y_n = A n^b e^{-cn} \quad A = 13.09572121 \quad b = -0.073327187 \quad c = 0.005064242$$

$$Y_n = 13.095722121 n^{-0.0733} e^{-0.005064 n} \quad \text{donde } n = X \text{ es el estado lactacional}$$

$$Y_x = 13.095722121 x^{-0.0733} e^{-0.005064 x}$$


Los resultados de la ecuación gamma incompleta fueron contrastados contra los residuos y la propia ecuación fue evaluada en base al coeficiente de determinación propiamente. El modelo de Wood constituye una de las alternativas regresivas para describir la trayectoria de la producción de leche según el tiempo postparto. La curva de lactación es afectada por diversos factores destacando entre ellos la nutrición (Lucas 1974) la genética (Wilcox et al 1978) el medio ambiente y el estrés calórico (West 2003 Fuentes et al 2005 Arauz 2006 2008). El modelo de Wood permite hacer el ajuste de la trayectoria lactacional estimada con un coeficiente de determinación de hasta 72

y 76% Este modelo fue aplicado para el análisis de las curvas de lactación segun el numero de los partos en las vacas Pardo Suizo ya que se emplearon un total maximo de 100 lactaciones integras por parto Los aspectos mas sensibles incluyeron tiempo a la maxima produccion persistencia lactea y maxima produccion de leche asi como la trayectoria

El programa para el analisis en SAS utilizado fue orientado a efectuar el analisis regresivo de Wood (1976) segun el siguiente programa por estado lactacional

```
DATA RAUL
INPUT X Y1 Y2 Y3      Yn
Y = (Y1 + Y2 + Y3      + Yn/N) YR = LOG (Y) X1 = LOG(X) X2 = X
CARDS
SEQUENCE OF OBSERVATIONS

PROC GLM
MODEL YR = X1 X2/SOLUTION
TITLE ESTIMACION DE LA FUNCION GAMA INCOMPLETA
RUN
```



El programa base de la ecuacion de Wood a traves de SAS fue, modificada segun la siguiente matriz por la cantidad de animales utilizados

```
Input  LAC VACA ELdias PLkg
       1    1    10    12 58
       jmo jmo 305    6 8
Cards
Proc GLM
Model yr = x1 x2/solution
Run
```

La función gama incompleta fue aplicada según el número de la lactación tomando en cuenta el análisis de varianza – covarianza preliminar y el número de vacas incluidas dentro de cada lactación propiamente

### 13 Inversión y gastos inherentes a la investigación

La base de datos de esta investigación tuvo un requerimiento operativo previo para mantener el cuidado y la alimentación de los animales cuya información lactacional y reproductiva calificó para el análisis biométrico con un equivalente económico de \$ 504 015 00 para los nueve años de operación y manejo zootécnico como se indica en el Cuadro siguiente

**Cuadro XVIII COMPONENTES DEL COSTO DE LA INVESTIGACIÓN**

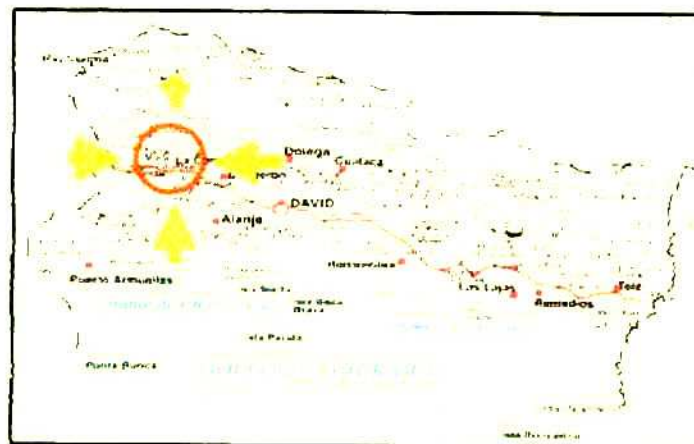
Nº	Descripción del parámetro y Cantidad	Precio /Unitario	Total (\$)
1	Movilización al área del estudio		750 00
2	Alojamiento y alimentación		1000 00
3	Manejo y revisión de literatura		75 00
4	Apoyo secretarial para el borrador		250 00
5	Tiraje del documento final		150 00
6	Copias y Empaste		90 00
7	Otros gastos de la investigación		1700 00
	Subtotal de los Gastos		4015 00
8	Gastos operativos de la finca para generar la base de datos en 9 años		500 000 00
	Total de gastos		504 015 00

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **1. Ubicación geográfica y características micro climáticas del entorno ambiental de Hacienda Buena Vista.**

La presente investigación fue realizada en base a la disponibilidad de los datos bioregistrados y computarizados de la Finca Lechera Grado A denominada Hacienda Buena Vista, la cual se encuentra ubicada en la comunidad de Buena Vista, Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí. Esta finca se encuentra dividida por la carretera que va desde La Concepción hacia la Comunidad de Volcán, ambas pertenecientes al Distrito de Bugaba, el cual se encuentra a una latitud de 8.7166667 y longitud de -82.733333 de acuerdo con la ubicación geodésica y geográfica mundial por vía satelital.

**Figura VIII. Mapa distrital de Bugaba y ubicación geográfica de Hacienda Buena Vista.**



La finca fue evaluada micro ambientalmente segun sus condiciones fisicas y climaticas combinando los datos de temperatura ambiental minima y maxima diurna y nocturna en conjunto con los demas descriptores segun Chambers (Curtis 1981) mas la informacion meteorologica suministrada por la estacion de Unión Fenosa mas proxima a la finca. Otros indicadores relacionados que fueron tomados incluyeron la radiación solar directa y la velocidad del viento por estar relacionados con el estres calorico para el ganado bovino y en cuyo caso se determino el Indice de Temperatura – Humedad (ITH) clasico y el Indice de Temperatura Humedad corregido por radiacion solar directa y la velocidad del viento siguiendo los procedimientos de ponderacion microambiental indicados por Mader et al (2006)

El ITH estandar fue determinado en base a la temperatura ambiental de bulbo seco ( $TA_{bs}$ ) y a la Humedad relativa (HR) tal como se indica a continuacion

$$ITH_{\text{estandar}} = (0.8 \times TA_{bs}) + ((HR/100) \times (TA_{bs} - 14.4)) + 46.4$$

y el ITH ajustado por velocidad del viento y radiacion solar fue establecido segun Mader et al (2006) en base a la siguiente expresi3n

$$ITH_{\text{ajustado (vvrsd)}} = 6.80 + ITH - (3.075 \times VV \text{ m/s}) + (0.0114 \times RSD)$$

Hacienda Buena Vista esta situada a una altitud de 775 msnm con un rango entre 722 y 795 msnm y su condicion climatica corresponde al clima tropical lluvioso premontano segun la clasificacion climatica de Koppen en la categoria de clima tropical humedo premontano lluvioso con los ajustes del clima segun

Köppen Geiger Pohl (Enciclopedia Universal 2010) No obstante la época seca transcurre de diciembre a mayo y la época lluviosa de junio a noviembre en base al régimen de las lluvias y los registros climatológicos de Unión Fenosa (2010)

La época seca representa el mayor riesgo para el ganado lechero en esta finca ya que se incrementa la temperatura ambiental y la radiación solar directa mientras que la humedad relativa disminuye durante el día y la velocidad del viento es mínima (alrededor de 1.0 km/hora o 0.28 m/s). El ITH mínimo en la época seca fue 70.8 mientras que el ITH promedio diario fue de 79.5 con un máximo de 85.2 lo que indicó un estrés calórico diario moderado para el bovino tipo leche y/o carne europeo.

El microambiente genérico expuesto o libre de Hacienda Buena Vista representa un riesgo efectivo en términos del estrés calórico en función del ITH promedio ya que arriba de 72 se considera tóxico para el ganado bovino (Curtis 1981, Yousef, 1985, West 2004). El ITH máximo definido compromete la fisiología y la capacidad de producción en la vaca lechera con alteraciones funcionales y deterioro de su capacidad para la producción de leche al margen de que se produce una alteración de la carga calórica corporal especialmente durante la fase diurna (Arauz et al. 2010).

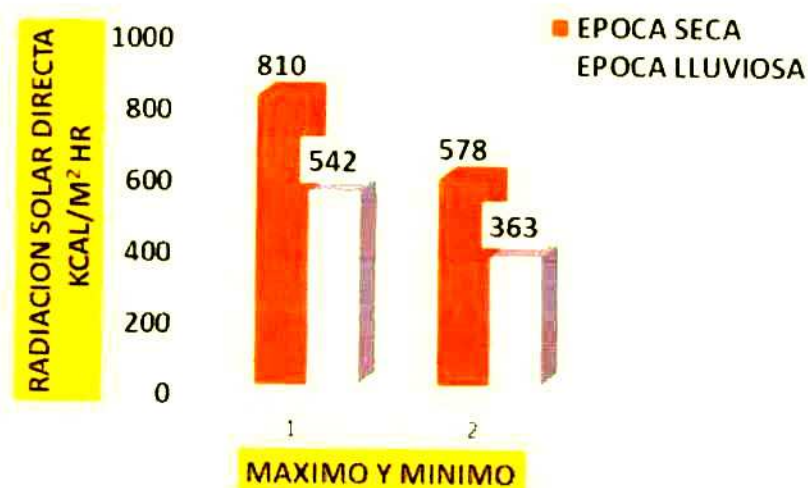
Hacienda Buena Vista presentó un microambiente diario capaz de alterar no solo el funcionamiento del organismo en la vaca lechera sino también capaz de modificar la conducta pastoril, la capacidad de producción y la eficiencia

biológica lactacional. La radiación solar directa osciló entre 513 y 518.2 Kcal/m<sup>2</sup> hr por lo que puede indicarse que el periodo diurno accesa a la posibilidad de sobrecalentar el cuerpo de la vaca lechera a pesar de los mecanismos activos y pasivos para realizar la termolisis. Por ende, el riesgo de estrés calórico diurno es real en base al ITH mínimo y el ITH máximo ajustado con respecto a la zona termo neutral por temperatura y humedad relativa. El promedio de la radiación solar directa en la época seca para fue 578 Kcal/m<sup>2</sup> hr es decir 672.73 Watts/s y en la época lluviosa el máximo fue 541 kcal/m<sup>2</sup> hr y el promedio diario fue 363 kcal/m<sup>2</sup> hr (ver Grafica XIII). El comportamiento de la radiación solar directa muestra que el mayor valor como agente tensivo microambiental ocurre entre las 10 AM y 4 PM en la época seca y entre las 10 AM y 02 PM en la época lluviosa cuando las condiciones de campo son abiertas y no hay protección de sombra artificial o natural (Arauz 1994). La diferencia en la radiación entre la época seca y lluviosa se debe al efecto de la nubosidad, la cual es muy marcada en las condiciones del trópico.

La temperatura ambiental diurna mínima fue 22.5°C y la temperatura máxima 35.6°C para la época seca, mientras que en la época lluviosa fue 33.4°C en la época seca y en la época lluviosa la temperatura diurna mínima fue 21 con un máximo de 33.0°C representando ambas épocas una condición térmica ambiental por encima del límite termo neutral superior a los 22°C para el ganado bovino (Curtis 1981) cuya ilustración se representa en la Grafica XIII y XIV a continuación.



**Gráfica XIII:** Magnitud de la radiación solar directa máxima y promedio diaria en la época seca y lluviosa como valores prevalentes en Hacienda Buena Vista.



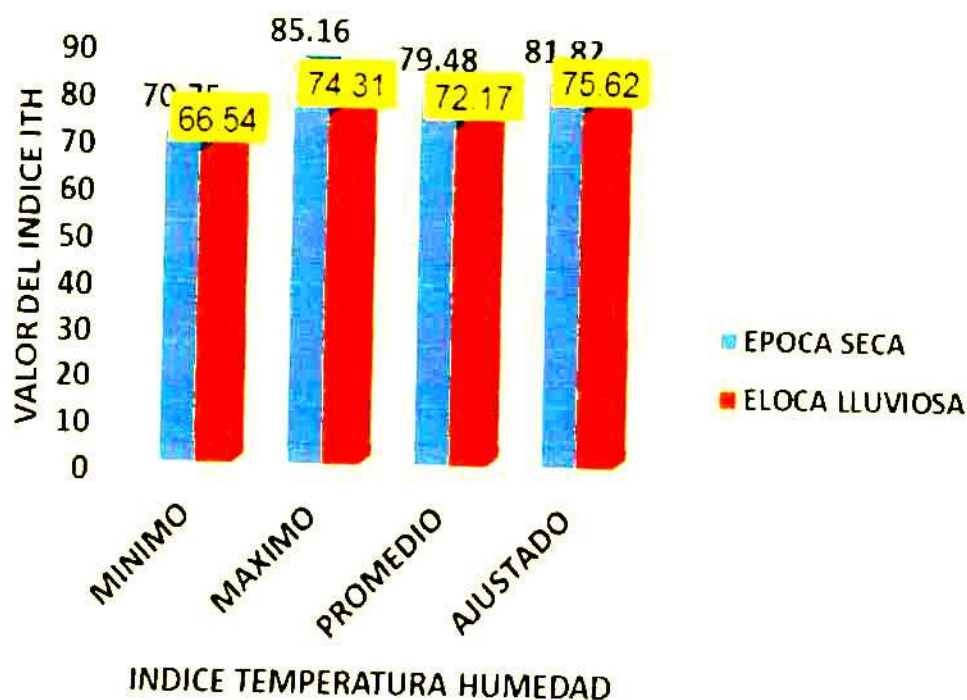
**Gráfica XIV:** Temperatura ambiental mínima y máxima diurna en la época seca y lluviosa en Hacienda Buena Vista



El índice temperatura -humedad o ITH representa la combinación tensiva en la escala porcentual; y el mismo inicia en la zona de estrés calórico a partir de 72,

donde el grado de tensión por calor aumentan gradualmente hasta el grado de letal para el ganado bovino (Spain et al., 2008). En el presente estudio, las cifras del ITH mínimo, máximo, promedio y ajustado por radiación y velocidad del viento en las épocas seca y lluviosa se representan en la Gráfica XIV, destacándose que el Índice ITH máximo es la medida con el mayor grado de influencia tensiva cuando se combinan la temperatura ambiental y la humedad relativa; especialmente en la época seca para el entorno micro ambiental de Hacienda Buena Vista.

**Gráfica XV: Valor del índice Temperatura – Humedad mínimo, máximo, promedio y ajustado para la época seca y lluviosa de acuerdo con el entorno prevalente en Hacienda Buena Vista.**



Arauz (2010) ha indicado que la temperatura ambiental diurna tropical oscila entre 24 a 26°C a las 6 AM con un máximo diurno de entre 30 a 37.5°C entre los 45 y 1064 msnm mientras que el periodo de mayor magnitud en el estrés calórico está representado entre las 9 AM y 4 PM en la época seca cuando no se tiene nubosidad y en el caso de que no se utilice ningún sistema de protección contra la radiación solar directa ya sea sombra natural o artificial (Arauz 2003). La caracterización física del microambiente en esta finca con respecto a los factores determinantes del estrés calórico queda claro o evidenciado que tanto en la época seca como en la lluviosa se presenta un riesgo apreciable para que los bovinos de leche desarrollen alteraciones funcionales modifiquen su conducta pastoril alteren el consumo de materia seca y agua y ante todo se produzcan alteraciones en la biología lactacional y reproductiva (ver Cuadro XX).

El microclima de Hacienda Buena Vista fue confortable en gran medida de la noche y el día sin embargo la evaluación microambiental mostró la ocurrencia de los periodos de estrés calórico en la vaca de leche en la cual la época seca constituyó el mayor riesgo de estrés calórico debido a la magnitud de la temperatura ambiental diurna prevalente temperatura máxima y radiación solar. En este sentido no se debe subestimar la temperatura ambiental y la radiación solar en las horas del día particularmente en la época seca cuando no se cuenta con una nubosidad que contribuya en la reducción de la intensidad de la radiación solar directa para los sistemas con uso del pastoreo (Hafez 1973).

**Cuadro XX CARACTERISTICAS MICRO CLIMÁTICAS EN LA EPOCA SECA Y LLUVIOSA Y DEFINICIÓN DEL GRADO DE ESTRES CALÓRICO MICROAMBIENTAL EN HACIENDA BUENA VISTA**

Parametros Micro ambientales	Época Anual	
	Seca Dic - Mayo	Lluviosa Junio noviembre
Temperatura diurna minima (°C)	22 5	21 0
Humedad Relativa Maxima (%)	78 5	84 5
ITH Minimo	70 75	66 54
Temperatura diurna maxima (°C)	35 6	33 0
Humedad Relativa Minima (%)	48 5	56 5
ITH Maximo	85 16	74 31
Temperatura diurna promedio (°C)	29 5	27 0
Humedad Relativa diurna promedio (%)	62 8	68 8
ITH promedio diurno	79 48	72 17
RSD <sup>Maxima</sup> (Kcal/m <sup>2</sup> hr) (Watts/m <sup>2</sup> s)	810 0 2618	542 0 1752
RSD promedio (Kcal/m <sup>2</sup> hr) (Watts/m <sup>2</sup> s)	578 00 672 73	363 00 422 49
RSD promedio (Watts/m <sup>2</sup> s)	0 1868	0 1173
Velocidad del viento (m/seg)	1 45	1 09
ITH ajustado (vvrSD)	81 82	75 62
Humedad relativa (%)	50- 78	55 82
Radiacion solar directa (Kcal /m <sup>2</sup> hr	510 825	389 675
Horas luz en la epoca seca	9 11	6 8
Altitud (m)	775	775

## 2 Entorno microclimático bienestar y condiciones relacionadas con el medio y el manejo

El medio ambiente las condiciones de las pasturas las galeras de alimentacion y el area del ordeño constituyen en gran medida el entorno fisico en el cual se

desenvuelven las vacas en sus diversas etapas del ciclo de la producción por lo cual se considero las condiciones generales relacionadas con el bienestar y el manejo zootecnico de los animales en produccion

## **2.1 Entorno físico y áreas de pasturas para el pastoreo**

Hacienda Buena Vista como finca lechera grado A ha procurado mantener una cobertura con árboles y arbustos en forma apreciable en todas las areas de la finca especialmente donde se manejan las vacas en produccion las gestantes y los animales en crecimiento. El entorno micro ambiental en las areas para pastoreo se ilustran en la Figura IX sobresaliendo la importancia de la sombra natural para las vacas en producción en especial en las horas de mayor tension calorica

La sombra natural ha sido reconocida como un medio para reducir la carga de la insolación lo cual puede representar una reduccion entre 40 y 80% en las horas de mayor intensidad de radiacion solar directa. La sombra natural es la mas económica para los sistemas de produccion animal en los cuales la estabulacion no es una característica prevalente. Sin embargo las fincas lecheras tropicales deben planificar el establecimiento de sombra para brindar una proteccion apropiada a las vacas de acuerdo con la poblacion de animales ideales por disponibilidad de forraje verde proximidad a la galera de ordeno potencial nutricional y economico de la suplementacion para reducir el maximo estres calorico diurno microambiental (Arauz et al 2010)



**Figura IX.** Ilustración del área de pastoreo y el empleo de sombra natural para facilitar la protección de los animales contra la radiación solar directa.



## **2.2. Área de alimentación y suplementación protegida con sombra artificial.**

El manejo nutricional del ganado en producción en Hacienda Buena Vista incluyó el uso de una suplementación energético – proteica – mineral con el apoyo del heno, melaza y el cultivo de levadura, los cuales fueron suministrados en un periodo especial antes del ordeño de la tarde entre 11 MD y 01 PM, aprovechando que en este momento, las vacas son afectadas por la radiación solar y no realizan un pastoreo apreciable. Por ello, parte de las facilidades empleadas en la finca fueron el uso de la sombra artificial con sarán calibre 70 de color negro (ver Figura X), la cual se utilizó en toda el área de alimentación y

en la sala de espera (ver Figura XI) La suplementación fue diseñada combinando el uso de la sombra artificial y el suministro de ensilaje de maíz, heno, melaza y minerales para mejorar la calidad nutricional de la dieta.

**Figura X:** Área de la sala de espera protegida con sarán.



**Figura XI:** Área de alimentación con comedero especial.





**2.3. Área de ordeño y bebedero especial complementario en la sala de espera para las vacas en producción.**

Como parte de las condiciones del entorno se puede indicar que el área de ordeño fue habilitada para contar con la mayor limpieza posible y a la vez se aisló para reducir los ruidos de vehiculos y la presencia de extraños para facilitar un mayor bienestar para las vacas en producción al momento del ordeño, así como también para facilitar el consumo de agua complementario antes y después de la labor del ordeño (ver Figura XII).

**Figura XII: Sala de ordeño y bebedero complementario en la sala de espera.**



Las condiciones del área de ordeño son críticas para garantizar la higiene y un ambiente ausente o con el mínimo estrés para facilitar la bajada de la leche y el



desarrollo eficiente del ordeño sin que ello represente un comprometimiento del sistema mamario (Larson 1985) Por otro lado se precisa contar con un bebedero o varios que permitan a las vacas consumir algo del requerimiento diario de agua que no se ingiere en las mangas de pastoreo especialmente cuando se suministra parte de la dieta y durante el periodo relacionado con el ordeno ya que por regla general la vaca de leche debe tener una buena disponibilidad de agua en cada lugar que esta permanezca por un minimo de dos horas (NRC 2001)

El manejo de la vaca lechera en produccion siempre representa un grado de estres aunque se realicen los ajustes pertinentes ya que la locomocion o desplazamiento a los potreros o mangas de pasto la espera en la sala con piso de concreto el ruido de la maquina de ordeno el penodo de la suplementacion y la intervencion directa del humano hace que el bienestar de la vaca lechera se comprometa en muchas circunstancias No obstante en esta finca se realizaron varios ajustes en la infraestructura el protocolo y la higiene del sistema mamario para reducir el estres y mantener un buen bienestar en la vaca en produccion

### **3 Características zootécnicas y del manejo estándar en la finca**

#### **3.1 Población de vacas en producción, gestantes y novillas**

La unidad de produccion evaluada presentó un promedio de 125 vacas en produccion 40 vacas en el lote seco 20 novillas preñadas y 17 novillas con

servicio reproductivo pendientes para su diagnóstico por preñez. La extracción anual de vacas por razones de reproducción, salud y producción fue reportada como un 6.25% de las hembras con historial de partos, lo que se encuentra por debajo de la meta establecida para el ganado lechero que corresponde al 10 a 12% anual (Nebel, 1997). La proporción de vacas en producción fue asociada estrechamente con el mínimo ideal que corresponde al 75% de las hembras adultas o con historial de partos (Fricke, 1999).

### **3.2 Producción láctea y clasificación de los lotes para alimentación**

La producción de leche promedio diario total osciló entre 100 y 1850 kg con 125 vacas en producción, lo que genera un promedio de producción diario por vaca entre 13.60 a 14.80 litros. Sin embargo, existen cuatro lotes de vacas por producción diaria, las cuales corresponden a los siguientes grupos: elite 23 a 28, superior 18 a 22, medio 12 a 17 y bajo de 7 a 11 kg/vaca/día. La clasificación de las vacas por producción incluyó un grupo especial conformado por las vacas de primer y segundo parto, lo cual es una medida para favorecer la alimentación de las vacas con menor capacidad de competencia por el alimento en el momento de la suplementación.

### **3.3 Requerimientos Nutricionales para las vacas en producción**

Las necesidades nutricionales para las vacas en producción fueron establecidas tomando en cuenta la referencia establecida por la NRC (1989, 2001) para el

ganado lechero El mantenimiento fue determinado tomando en cuenta el peso de 535 kg para las vacas adultas y 475 kg para las vacas pñmenzas y de segundo parto con un ajuste energético de 20% por locomocion y 20% por disipacion calonca Las necesidades nutricionales para producción fueron establecidas en base a la producción de leche diaria con 4 0% de grasa lactea En el Cuadro XXI se indican las necesidades de materia seca carbohidratos estructurales totales energia neta lactacional y proteina

**Cuadro XXI      PRINCIPALES REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA PRODUCCIÓN**

Requerimiento Diano	Elite	Superior	Medio	Vaquillas	Bajo
Peso Corporal (kg)	535	535	535	475	550
Produccion (kg/v d)	23 - 28	18 - 22	12 - 17	12 - 16	7 - 11
Materia Seca (kg)	19 90	17 66	16 05	13 91	12 07
Fibra Total (kg)	3 38	3 00	2 73	2 36	2 05
Proteina Total (g)	2715 5	2176 4	1726 4	1785 8	1354 0
EN Mantenimiento Corporal	8 84	8 84	8 84	8 04	9 09
EN Locomoción (1 5 km)	1 77	1 77	1 77	1 61	1 82
EN Disipación Calónca (30 C)	1 77	1 77	1 77	1 61	1 82
EN Crecimiento				0 80	
EN Producción de Leche	19 24	14 80	11 10	11 84	7 40
Total de ENleche (Mcal)	31 62	27 18	23 48	23 90	20 13

Segun NRC (1989)

El requerimiento de materia seca de la NRC (2001) y validado por la ecuación

$DMI_{(\% \text{ body weight})} = 4.048 - 0.00387 \times \text{body weigh}_{(\text{kg})} + 0.0584 \times 4\% \text{ FCM}_{(\text{kg})}$  la cual fue 6.42% inferior a lo indicado por la tabla I de la NRC (1989). Sin embargo, se han realizado ajustes para la predicción del consumo de materia seca en las vacas en lactación en las primeras semanas después del parto. El cálculo del requerimiento de materia seca para la vaca de leche en las primeras de la lactación ha sido asociado con la siguiente expresión

$$CMS \text{ (kg/d)} = (0.372 \times LCG \text{ 4\%} + 0.0968 \times PV^{0.75}) \times (1 - e^{(-0.192 \times (SL + 3.67))})$$

Donde LCG 4% es leche corregida 4% grasa, PV= peso vivo (kg),  $e = 2.71828$  y SL= semana de lactación (NRC 2001).

### 3.4 Modelo de alimentación y manejo para las vacas en producción

La alimentación estuvo basada en el forraje verde a través del pastoreo con el complemento de otros ingredientes incluyendo alimento concentrado, heno, melaza y pecutrin. Se utilizó un aditivo que fue el cultivo de levadura Diamond VXP (Mills Company, USA, 2010) y el cual en conjunto con el Pecutrin (Bayer, 2008) fue suministrado de manera individual al momento del suministro de la suplementación.

El modelo de alimentación complementario fue diseñado en base a los lotes por producción de acuerdo con el Cuadro XX, referido para los lotes por producción elite, superior, medio, bajo y vacas de 1<sup>er</sup> y 2<sup>do</sup> parto. El manejo del alimento

concentrado fue distribuido al momento del ordeño diario y el diferencial ubicado según el lote por producción. Los lotes por producción son diferenciados para la suplementación en términos físicos, sin embargo para el pastoreo solo se hace la diferencia entre el bajo y los demás. El suministro del concentrado se realiza en un 75% en la sala de ordeño y un 25% se realiza en los comederos externos y por lote de acuerdo con la producción de la clase tal como se indica en el Cuadro XXII propiamente

**Cuadro XXII COMPONENTES DE LA DIETA DE LAS VACAS POR PRODUCCIÓN**

<b>Ingrediente de la Dieta</b>	<b>Elite</b>	<b>Superior</b>	<b>Medio</b>	<b>Vaquillas</b>	<b>Bajo</b>
Producción (kg/v d)	23 - 28	18 - 22	12 - 17	12 - 16	7 - 11
Forraje Verde (% pv)	6.7	6.7	6.7	6.7	6.4
Concentrado (lb/v d)	24	20	16	15	10
Heno (lb/v d)	2.5	2.5	2.5	2.5	1.5
Melaza (lb/v d)	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0
Pecutnn (g/v d)	75	75	60	75	40
Diamond VXP (g/v d)	75	75	60	75	40

El valor nutricional de las dietas proximales empleadas y aplicadas con el manejo reglamentario presentó la siguiente composición detallada en el Cuadro XXIII en la cual se diferenciaron los lotes por producción de leche elite superior medio vaquillas y bajo y para los cuales los requerimientos nutricionales fueron

empleados para conformar la dieta y aplicarla con el mejor manejo que puede darse en las condiciones de una finca

### **3.5 Potencial nutricional y tipificación de la alimentación lactacional según los componentes de la dieta proximal y la producción de leche**

La composición de las dietas empleadas para las vacas por producción de leche estuvo fundamentada en un ofrecimiento de materia seca de 14.58, 12.91, 11.28, 10.87 y 7.92 kg de materia seca para los lotes elite, superior, medio, vaquillas y bajo respectivamente. La proporción de la materia seca del forraje fue relativamente bajo según lo establecido por la NRC (1989) ya que para los lotes elite, superior, medio, vaquillas y bajo le correspondió 27.93, 31.54, 36.10, 37.46 y 44.59%. No obstante, el sistema de alimentación no fue acordado para ser cambiado y por el contrario, el estudio se realizó dentro del marco técnico de la finca en base a todos los lineamientos operativos fijados como protocolo administrativo y técnico (ver Cuadro XXIII).

El potencial nutricional de las dietas fue ponderado con la disponibilidad de energía neta lactacional y el valor para fijar una determinada producción de leche en base al requerimiento de 0.74 Mcal de EN con 4.0% de grasa láctea (NRC 1989). El potencial lechero de cada dieta fue contrastado con el rango de producción empleado para la ubicación de las vacas por producción de acuerdo con la técnica descrita por Arauz (2008).

**Cuadro XXIII COMPOSICION Y APOORTE NUTRICIONAL DE LAS DIETAS PROXIMALES Y POTENCIAL LECHERO POR DISPONIBILIDAD DE ENERGIA NETA LACTACIONAL Y PROTEINA TOTAL AJUSTADA**

Alimentacion y Nutricion	Unidad	Lotes de vacas por producción				
		Elite	Superior	Medio	Vaquillas	Bajo
Produccion	Kg/v d	23 -28	18 22	12 17	12 16	7 - 11
Materia Seca Total	kg	14 58	12 91	11 28	10 87	7 92
MS – Forrajes	%	27 93	31 54	36 10	37 46	44 29
MS – Granos	%	72 07	68 46	63 90	62 54	53 71
Fibra Total	kg	2 51	2 40	2 30	2 27	1 86
ENleche	Mcal	30 31	27 18	24 06	22 83	18 09
Proteina Total	g	2784 8	2502 8	2221 8	2151 8	1687 7
PLE por ENleche	Kg	25 43	21 32	16 97	14 57	8 92
PLP por Proteina	kg	20 50	18 08	15 58	15 28	10 84

PLE = Potencial Lechero por Energía Neta Disponible

PLP=Potencial Lechero por Proteína Total Ajustada

ENleche = Energía Neta para Producción de Leche

PLE = (DENL total – ENmant ajustada)/0.74 Mcal/kg leche con 4% de grasa

PLP = (DPT ajustada – Ptmant)/90 g de PT/kg de leche con 4% de grasa

El soporte o potencial lechero para los lotes elite fue 25.43 kg/día (rango real de producción 23 – 28 kg/v d) superior 21.32 kg/día 18 – 22 kg/v d lote medio 16.97 kg/vaca (rango real de 12 a 17 kg/v d) vaquillas 14.57 kg/día (rango real

de producción 12 a 16 kg/ v d) y lote bajo 8 92 kg/día (rango real de 7 a 11 kg/v d) respectivamente

### **3 6 Salud y control de calidad y bioseguridad en la finca**

El programa de control de salud de hato incluyo el uso del programa de desparasitación interna y externa segun el ciclo de vida del bovino de leche y la aplicacion y seguimiento del control de enfermedades zoonoticas (Brucelosis y Tuberculosis) se realizo por intermedio del MIDA y salud animal. El control de la calidad e higiene en la sala de ordeño y cuidado de la leche fue realizado por el MINSA a traves del Departamento de Control Veterinario de Alimentos con el complemento de la planta de lacteos (Industrias Lácteas S. A.). Las normas de higiene y bioseguridad de alimentos fueron fiscalizadas por el Ministerio de Salud (MINSA 1988) mediante el Control Veterinario de las plantas procesadoras para la produccion de leche Grado A en Panama. Hacienda Buena Vista es una finca declarada Libre de Brucelosis por el MIDA.

### **3 7 Manejo y control reproductivo e indicadores zootécnicos y operativos**

El control reproductivo de Hacienda Buena Vista se fundamenta en la evaluación ovárica de novillas para la programación del celo, la inseminación y la ovulación, mientras que en las vacas el seguimiento inicia con el puerperio, la evaluación ovárica, la programación del celo, el servicio y la ovulación. El ciclo de seguimiento se cierra con el diagnóstico de la preñez si la misma es positiva, ya



que de lo contrario el seguimiento continua hasta lograr la confirmación de la preñez. Este seguimiento tiene un énfasis en maximizar la eficiencia reproductiva de la vaca manteniendo el periodo abierto lo mas cerca del rango entre 45 y 110 días después del parto y buscando que los servicios por concepción sean preferiblemente inferior a 1.75 con un intervalo entre partos de 365 a 405 días (Nebel 1997)

Otras características técnicas y operativas de la finca se presentan en forma comprimida en el Cuadro XXIV destacándose algunos indicadores de la población animal, del ciclo biológico reproductivo, del manejo nutricional y de la clasificación de los lotes por producción, de salud, uso de los registros y el sistema del servicio reproductivo. Finalmente se indican algunos aspectos cuantitativos de las cuerdas para el pastoreo de los lotes en producción, del programa de fertilización de pasturas, del mejoramiento genético, del control de la higiene y del mantenimiento lácteo.

En el aspecto reproductivo de esta finca se pueden destacar la proporción de vacas en ordeño (75.8%) y la proporción de vacas en el lote seco (24.2%) con el servicio de las hembras en un 96% y un promedio de producción genérico entre 14.17 y 15.42 kg/día. La sectorización de las vacas por producción es una medida que contribuye en la administración apropiada de la suplementación especialmente del alimento concentrado, el cual es sumamente costoso en la actualidad y cuyo valor representa la mayor parte del costo de alimentación y de producción propiamente.

**Cuadro XXIV CARACTERISTICAS ZOOTECHNICAS BASICAS Y MANEJO QUE TIPIFICAN A LA FINCA HACIENDA BUENA VISTA COMO PRODUCTORA DE LECHE GRADO A**

<b>Indicadores Zootécnicos y del Manejo Básico</b>	<b>Valor</b>
Cantidad prevalente de Vacas en ordeño (no)	125 (75.8%)
Rango de Producción Láctea Diana periodo evaluado (Kg)	1700 - 1850
Promedio Genérico (kg/v d)	14.17 - 15.42
Vacas en el lote seco (no)	40 (24.2%)
Novillas Prenadas (no)	20
Novillas con y/o para servicio por diagnóstico de preñez	17
Vacas descartadas por periodo anual	10 (6.25%)
Lotes de vacas por producción láctea	4
Frecuencia del ordeño diario	2
Intervalo entre ordeños (horas)	12
Equipo de Ordeño en sala espina de pescado	Alfalaval
Tamaño de la Sala de ordeño	2 x 6 x 1
Sala de suplementación	SI
Bioregistro Computanzado	Vampp
Registro de la producción de leche secuencial	Semanal
Control Reproductivo periódico	Mensual
Inseminación Artificial	96%
Monte Natural	4%
Prueba de Brucelosis	6 meses
Divisiones para pastoreo en mangas para pastoreo	58 ½ día
Pasto principal	Señal 90% Estrella 10%
Formula de la Fertilización de las pasturas	NPKSCaMg
Prueba de mastitis CMT	semanal
Alimentación Preparto	21 días
Evaluación Lineal de hembras para su reproducción	+
Sectorización de la dieta complementaria al forraje verde	Por producción
Empleo del programa de evaluación lineal con énfasis en	Producción
Lote de máxima producción de leche (kg/día)	23 - 28
Lote de producción superior (kg/día)	18 - 22
Lote de producción media (kg/día)	12 - 17
Lote de producción baja (kg/día)	7 - 11
Aditivos de la Dieta (Cultivo de levadura)	Diamond XVP

Todas las características detalladas en el Cuadro XXIV son determinantes del contenido técnico y operativo de la finca Hacienda Buena Vista la cual fue

fueron la base de datos biológicos para el presente estudio de la producción y reproducción en las vacas de la raza Pardo Suizo

#### **4 Características biológicas y genéticas de las vacas Pardo Suizo en Hacienda Buena Vista**

El perfil genético y racial de los animales Pardo Suizo en esta finca ha sido mejorado a través de un proceso de 18 años continuos de inseminación artificial incluyendo la evaluación lineal según CRI (2010) y la prevención de la consanguinidad mediante la utilización de las genealogías a través del Programa Vampp Leche (CRIPAS 2009) y de la asistencia del MIDA. Igualmente se ha realizado énfasis en el mejoramiento del tipo de la vaca Pardo Suizo con especial atención en la estructura y conformación, el sistema de aplomos, el sistema mamario y los índices compuestos de ubre y patas. En Hacienda Buena Vista la plataforma animal está conformada en un 90% por la raza Pardo Suizo y un 10% Holstein. Sin embargo en la presente investigación solamente se utilizó la información procedente de animales Pardo Suizo.

El cambio en el peso corporal observado para las vacas adultas en 25 días, fue 293,6 g/día, lo cual se encuentra dentro del rango establecido por la NRC entre 162 y 1265 g de peso corporal, por lo que se indica que la cifra detectada representó el 23,2% del máximo de cambio de peso lactacional. Otros factores paralelos a la producción de leche como el crecimiento, la edad de la vaca, el

numero del parto (1 2 3) el estrés calórico el balance energético negativo la grasa lactea y la condicion corporal de la vaca al parto pueden efectuar cambios o variaciones en la tasa de perdida de peso en la fase de la lactacion (NRC 1989 McDowell 1981 Arauz 2006 Miller 1986 y Lucy 2003)

**Cuadro XXV RESUMEN DE LA CARACTERISTICAS RACIALES Y SOMATICAS DE LA RAZA PARDO SUIZO**

Particularidades raciales	Expresión
Razas	PS (90%) HS (3%)
Cruces	PSXHS O HSXPS 7%
Peso al nacer	36 10 kg
Estatura adulta (48 meses)	1 27 m
Peso al parto adulta	542 80 kg
Peso a los 25 dias postparto	528 12 kg
Peso de las vaquillas al parto (primero y segundo)	475 08 kg
Peso promedio adultas en produccion (10 a 25 d)	535 46 kg
Tasa de perdida diana de peso ponderal	293 6 g/dia

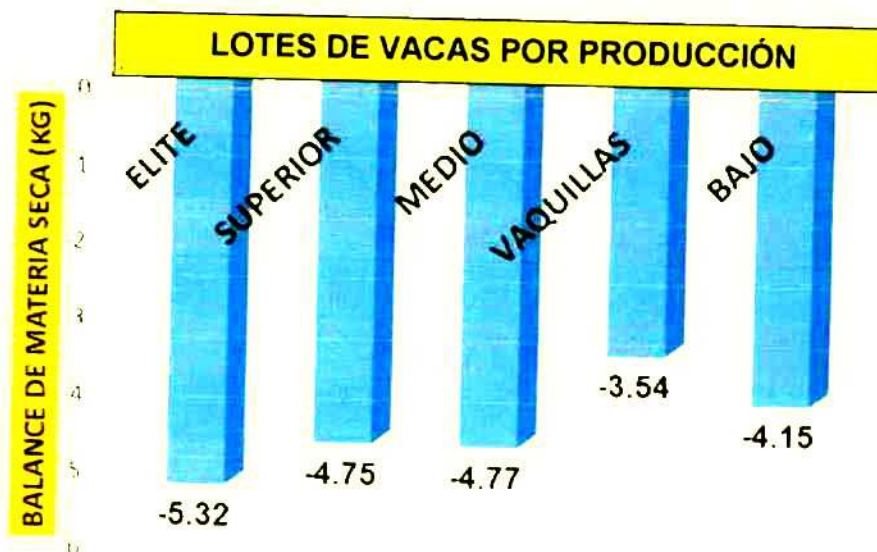
##### **5 Dieta balances de matena seca energia neta y proteina total en el penodo lactacional**

*El perfil de alimentacion y nutricion son importantes para la ponderación de la biologia lactacional y reproductiva en cualquier hembra mamifera de interes zootecnico ya que en gran medida la expresion lactacional y reproductiva postparto se encuentran favorecidas por la nutricion apropiada (NRC 1989*

2001) o en su defecto, limitadas por las fallas en la alimentación (Butler y Smith, 1989; Lucy, 2003).

El balance de la materia seca evidenció que todos los lotes de animales por producción estuvieron expuestos a una ingesta insuficiente de materia seca a través de toda la lactación. El mayor balance negativo fue -5.32 kg de materia seca para las vacas de 535 kg con una producción de 28 kg de leche por día con 4% de grasa, seguido del lote superior y mediano; lo que significa que la ingesta de alimento en términos de la materia seca fue insuficiente en todos los lotes por producción (ver Gráfica XV).

**Gráfica XVI: Balance de la materia seca diaria según el lote por producción de leche y las características proximales de las dietas**



Este hallazgo evidencia que el consumo de materia seca estuvo limitando el consumo de nutrientes críticos como proteína y energía los cuales pueden haber sido compensados en la dieta pero a un alto costo ya que en los sistemas tropicales se tiene una tasa de dependencia alta en el uso del alimento concentrado para el suministro de energía y proteína

El balance del consumo de materia seca estuvo entre 23 y 26% por debajo de los valores fijados para un peso de 535 kg y una producción de hasta 28 kg/día con un 4% de grasa láctea. Sin embargo, el balance de fibra total fue negativo en todos los lotes pero no superó un kilogramo diario en ninguno de los lotes de vacas por producción. Este balance negativo aunque pequeño estuvo relacionado estrechamente con el bajo consumo de materia seca (Cuadro XXVI)

Otro de los aspectos relevantes en el análisis del perfil del balance de nutrientes fue encontrar que la proteína mostró un consumo superior al esperado de acuerdo con los requerimientos totales según la NRC (1989). El exceso de proteína ha sido correlacionado con problemas reproductivos, alteración de la calidad de la leche por acidez, problemas podales, alteración del proceso fermentativo ruminal y encarecimiento de las dietas (Fergusson y Chalupa 1989). Los lotes que mayores excesos mostraron fueron el superior, medio, vaquillas y el bajo, alcanzando un exceso de 326, 4 495, 4 366 y 333, 7 g/día.

En términos nutricionales, el balance neto de energía lactacional mostró un ligero balance negativo en las vacas del lote superior (23 a 28 kg/d) medio (12 a

17 kg/d) vaquillas (12 a 16 kg/d) y en el bajo (7 a 11 kg/d) debido a los ajustes marcados en el alimento concentrado suministrado ya que este ingrediente posee la capacidad de suministrar grandes cantidades de proteína minerales vitaminas y sobre todo energía neta para la producción de leche. Con un balance negativo en el consumo de materia seca y un excedente de proteína y un mínimo de deficiencia en el consumo de EN para leche se deriva que la suplementación esta basada en un ingrediente que además de utilizarse en gran cuantía posee un costo elevado.

**Cuadro XXVI PERFIL DEL BALANCE DE MATERIA SECA, FIBRA CRUDA TOTAL, PROTEÍNA TOTAL Y ENERGÍA NETA LACTACIONAL PARA LOS LOTES POR PRODUCCIÓN DIARIA**

Parámetros Nutricionales	Lotes por producción de leche				
	Elite	Superior	Medio	Vaquillas	Bajo
Peso Corporal (kg)	535	535	535	475	550
Producción de Leche (kg)	23 28	18 22	12 17	12 16	7 11
Req. Materia Seca (kg)	19 90	17 66	16 05	13 91	12 07
Aporte Materia Seca (kg)	14 58	12 91	11 28	10 87	7 92
Balance de M S (kg)	5 32	4 75	4 77	3 54	-4 15
Req. Fibra Total (kg)	3 38	3 00	2 73	2 36	2 05
Aporte de Fibra Cruda (kg)	2 51	2 40	2 30	2 27	1 86
Balance de F C (kg)	0 87	0 60	-0 43	09	0 19
Req. Proteína Total (g)	2715 5	2176 4	1726 4	1785 8	1354 0
Aporte de Proteína (g)	2784 8	2502 8	2221 8	2151 8	1687 7
Balance de P T (kg)	+69 3	+326 4	+495 4	+368	+333 7
Req. ENleche (Mcal)	31 62	27 18	23 48	23 90	20 13
Aporte de ENleche (Mcal)	30 31	27 18	24 06	22 83	18 09
Balance de ENleche (Mcal)	1 31	0 00	+0 58	1 07	2 04

En este caso se incluye en el modelo de alimentación el alimento concentrado cuyo suministro en los lotes fue elite 24 lb superior 20 medio 16 vaquillas 15 y bajo 10 lb por animal diariamente. Estas cantidades de grano representan una alta proporción de la materia seca total ofrecida por lo cual se logra alcanzar un balance de proteína positivo y al mismo tiempo se reduce en forma marcada el grado de deficiencia en el consumo de energía neta lactacional pero a un alto costo y con el comprometimiento de las características de la ración para la vaca de leche (Hutchinson 1996)

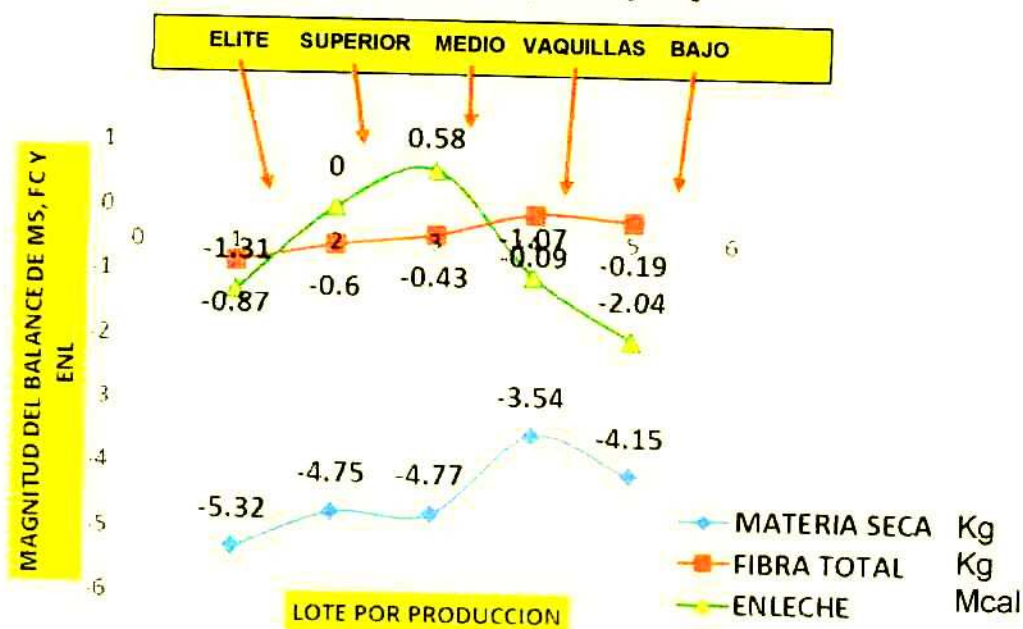
El balance diario de materia seca fibra total y energía neta lactacional para los lotes estructurados por producción de 23 a 28 kg/d (elite) 18 a 22 kg/d (Superior) 12 a 17 kg/d (Medio) 12 a 16 kg (Vaquillas) y 7 a 11 kg/d (Bajo) indican que las vacas pasaron por una presión nutricional más marcada hacia las reservas corporales en los primeros meses de la lactación ya que coincidió el mayor balance negativo para el consumo de materia seca carbohidratos estructurales totales y energía neta lactacional (ver Gráfica XVII). Los lotes con baja producción incluyendo el elite medio vaquillas y el bajo fueron limitados en la dieta ofrecida y en la energía neta lactacional por lo que puede observarse la gran depresión en el balance negativo para el consumo de materia seca fibra total y energía neta lactacional

Vries y Veerkamp (2000) encontraron que el balance negativo de energía para lactación estaba asociado con un aumento en el tiempo para iniciar la actividad ovular luteal en la medida en que este se hacía más notable en vacas jóvenes



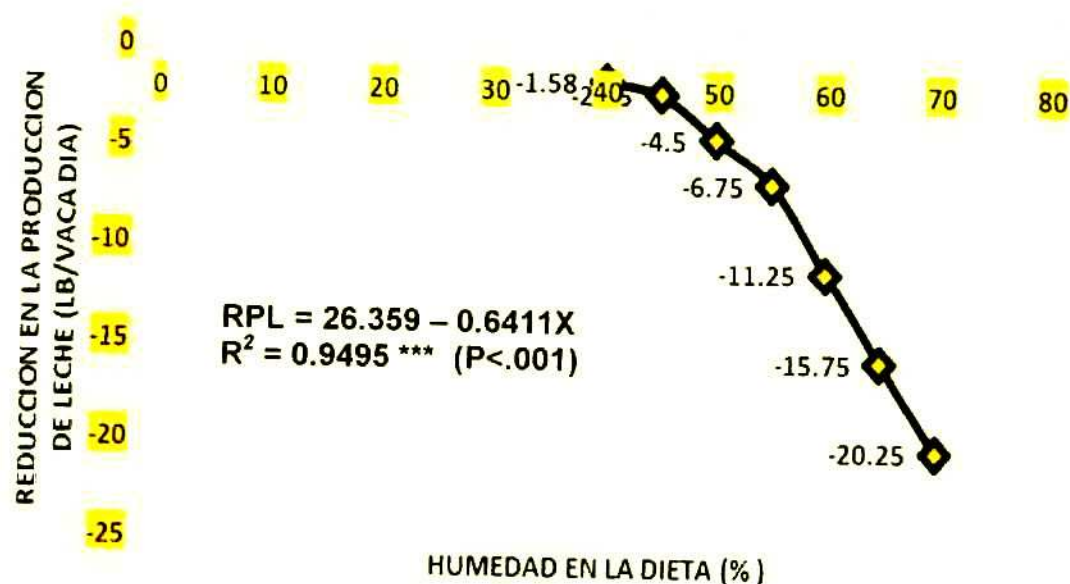
La grasa láctea inicial fue utilizada como parte de los indicadores, ya que cuando esta se reduce a partir del inicio de la lactación se marca la presencia del balance energético negativo lactacional.

**Gráfica XVII: Tendencia del balance diario de materia seca, fibra cruda y energía neta lactacional para los lotes por producción Elite, Superior, Medio, Vaquillas y Bajo.**



El balance negativo de energía fue determinado en gran medida por la falta de ingesta de alimento según la materia seca, especialmente en los primeros meses después del parto. Esto se amplifica durante la época lluviosa ya que el contenido de humedad de la dieta aumenta por la proporción de los pastos y por su alto contenido de humedad. Es evidente que al aumentar la humedad de la dieta disminuye el consumo de materia seca como se ilustra en la Gráfica XVIII según datos de Vigortone, USA (1984).

**Gráfica XVIII: Efecto del contenido de humedad de la dieta sobre la reducción en la producción de leche.**



Fuente: Adaptado por Araúz (2009) según datos de Vigortone & Co., USA.

El modelo de alimentación sectorizado en Hacienda Buena Vista evidencia que ambos extremos del periodo lactacional representan cierto riesgo nutricional según el balance de energía neta lactacional y la proteína total; lo cual se encuentra ampliado por la presencia de un balance negativo de materia seca y carbohidratos estructurales. Ambas condiciones constituyen un marco de limitación para el desempeño lactacional y reproductivo; en especial cuando la producción de leche supera los 23 kg por día. La energía neta lactacional es el factor más limitante de la producción de leche como lo indica Miller (1986; NRC, 2001) y en consecuencia el beneficio de la nutrición apropiada se ha demostrado hasta en vaquillas en condiciones del trópico húmedo (Montero et al., 2006).

**Cuadro XXVII COMPOSICIÓN DE LA MATERIA SECA, FIBRA TOTAL, PROTEÍNA Y ENLECHE EN LA DIETA DE LOS PRINCIPALES LOTES POR PRODUCCIÓN**

Alimentación y Nutrición	Unidad	Lotes por producción				
		Elite	Superior	Medio	Vaquillas	Bajo
Producción	Kg/v d	23 -28	18 22	12 17	12 16	7 11
Materia Seca Total	kg	14 58	12 91	11 28	10 87	7 92
MS – Forrajes	%	27 93	31 54	36 10	37 46	44 29
MS – Granos	%	72 07	68 46	63 90	62 54	53 71
Fibra Total	%	17 21	18 59	20 39	20 88	23 48
ENleche	Mcal/kg	2 078	2 105	2 133	2 100	2 284
Proteína Total	%	19 10	19 39	19 69	19 80	21 30
PLE por ENleche	Kg	25 43	21 32	16 97	14 57	8 92
PLP por Proteína	kg	20 50	18 08	15 58	15 28	10 84

PLE Potencial Lechero Energetico

PLP Potencial Lechero Proteico

Finalmente la producción lechera tropical presenta entre sus limitaciones de alimentación la baja disponibilidad de forraje verde por razones de manejo (Arauz 1994) pero al mismo tiempo también se presentan el consumo clásico de forraje verde con un bajo contenido de materia seca. En consecuencia la tendencia de los modelos de alimentación es a utilizar el alimento concentrado para compensar las limitaciones nutricionales de los forrajes verdes. Esta compensación conduce a las condiciones para que las vacas en lactación desarrollen problemas y/o desbalances metabólicos como acidez ruminal por exceso de carbohidratos no estructurales ocasionando problemas podales.

inmunosupresión mastitis reducción de la fertilidad e irregularidades en la curva de lactación y la producción de leche (Melendez et al 2002)

## **6 Características del desempeño lactacional y de la producción de leche en vacas de la raza Pardo Suizo**

### **6.1 Influencia de la época anual y el número lactacional sobre la producción de leche a 100 días**

La época anual en el trópico concierne al período seco y lluvioso que están definidos por dos condiciones climatológicas y micro ambientales siendo la época seca la que transcurre entre el mes de diciembre hasta mediados de mayo mientras que la época lluviosa va desde mediados de mayo hasta mediados del mes de noviembre. La condición de cielo despejado con luz solar entre seis y ocho horas corresponde a la época seca mientras que cielo nublado con lluvias frecuentes corresponde a la época lluviosa.

Para asociar la época anual con la producción de leche se utilizó el período estrictamente correspondiente a la época seca y lluviosa y para ello se seleccionaron 132 partos de vacas clasificadas por partos (1<sup>ro</sup>, 2<sup>do</sup> y 3<sup>ro</sup>), las cuales hubiesen parido entre el 15 de noviembre y el 15 de febrero de tal manera que el período lactacional de los 100 días de producción de leche con valor comercial seguido a la semana calostroal se hubiesen desarrollado en la época seca. Los animales de la raza Pardo Suizo fueron seleccionados al azar pero con las restricciones de salud total libres de haber recibido algún

tratamiento alguna enfermedad como mastitis cojeras metritis retención placentaria distocia y otros problemas metabólicos. La producción de leche en 100 días fue el acumulado producto del muestreo de leche semanal consecutiva o secuencial medida en la mañana y la tarde.

El análisis de varianza no indicó que la producción de leche en los primeros 100 días del periodo postparto comercial fue diferente entre la época seca y lluviosa ( $P > 0.05$ ) sin embargo esta variable fue afectada en su magnitud en las primeras tres lactaciones ( $P < 0.0001$ ). Dado que la vaca de leche tiene una transición positiva en las primeras tres lactaciones (Wilcox et al. 1978, Larson 1985, Arauz 2010) el análisis de la producción de leche según la época anual a través de las primeras tres lactaciones indicó que el acumulado de leche en los primeros 100 días fue afectado de manera interaccional por la época y el número de la lactación ( $P < 0.05$  ver Cuadro XXVIII).

**Cuadro XXVIII ANALISIS DE VARIANZA PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA EPOCA ANUAL ESTRUCTA Y EL NUMERO LACTACIONAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN LOS PRIMEROS 100 DIAS DE PRODUCCIÓN**

Source	DF	Sum of Squares Type III	Mean Square	F Value	Pr > F
ÉPOCA	1	136955.186	136955.186	1.90	0.1688
LACTACIÓN	2	9506474.030	4753237.015	66.00	< 0.0001
ÉPOCA LACTACIÓN	2	419176.939	209588.470	2.91	0.0561
Error	258	18557234.48	71927.27		
Corrected Total	263	28619840.63			
Model	5	10062606.16	2012521.23	27.98	< 0.0001
R Square	Coef Var	Root MSE	PL100 Mean		
0.351595	15.63035	268.1926	1715.845		

La tendencia de la producción de leche a 100 días en la época seca fue curvo lineal aumentando desde la primera lactación con 1458 77 kg a la segunda lactación con 1912 61 en cuyo caso se dio un aumento de + 453 84 kg (+ 31 11%) o sean + 4 54 kg por día. La magnitud media de la producción de leche acumulada en 100 días en la tercera lactación fue de 1844 48 kg resultado en una disminución con respecto a la segunda lactación de – 68 13 kg (- 3 56%). Este resultado fue diferente al observado en el estándar de producción de leche por número de lactaciones en las primeras tres etapas reproductivas lactacionales de la vaca lechera moderna donde se ha establecido que en la primera segunda y tercera lactación se alcanza el 80 90 y 100% de la capacidad lactacional genética (Wilcox et al 1978 Bath et al 1986) y ambiental por manejo nutricional (Miller 1989) y modulación nutricional (NRC 2001) con énfasis en el balance de energía neta y proteína disponible (Butler 2000 Lucy 2003).

La reducción en el desempeño lactacional en los primeros 100 días de la lactación son atribuibles a la influencia del estrés calórico propio de la época seca en el trópico húmedo a pesar de haber realizado los ajustes en alimentación y nutrición para balancear las necesidades nutricionales por energía neta y proteína total disponible con respecto al nivel de carbohidratos estructurales mediante un plan de suplementación energético y proteico para producción que oscilan entre los 20 y 24 kg de leche/día con una locomoción de hasta 1 5 km por día y una temperatura ambiental de hasta 33°C tal como ocurre en el entorno ambiental de Hacienda Buena Vista.

La producción de leche durante la época lluviosa tuvo un comportamiento curvo lineal igualmente pero no se observó un deterioro en la tercera lactación por el contrario el aumento de la producción de leche acumulada fue sostenido alcanzando el máximo en la tercera fase de producción. La media de la producción de leche acumulada hasta los 100 días después del parto en la fase comercial para la 1<sup>ra</sup>, 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> lactación fue 1437,11 (76,34%), 1559,8 (82,86%) y 1882,4 kg (100%) lo que representó un incremento de 8,54% de la primera a la segunda lactación y de la segunda a la tercera de 20,68% al considerar el cambio lactacional en forma secuencial de la primera a la tercera fase lactacional (ver cuadro XXIX).

**Cuadro XXIX MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE A 100 DÍAS SEGÚN LA ÉPOCA ANUAL Y EL NÚMERO LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUIZO**

Lactación (n)	Producción de leche en 100 días postparto (kg)		
	Época Seca	Época Lluviosa	Diferencial
1 (44-44)	1458,77 ± 273,59a	1437,11 ± 217,05a	21,66 ns
2 (44-44)	1912,61 ± 282,02ab	1759,79 ± 227,67b	152,82
3 (44-44)	1844,48 ± 320,44ab	1882,36 ± 274,87ab	37,88 ns

Medias entre columnas y entre hileras con las letras a b difieren al 5% ( $P < 0,05$ ) y con la misma letra entre hileras o columnas no difieren al 5% ( $P > 0,05$ ).

La trayectoria de la producción de leche en 100 días comerciales postparto evidencia que el efecto de la época tiene un efecto variado ya que las vacas de segunda lactación se ven beneficiadas por la época seca si observamos la

evolución que estos animales tienen de la primera a la segunda lactación al ver la producción de la primera lactación y la segunda ya que la media para la primera lactación en la época seca fue 1458 77 kg y para la época lluviosa 1437 11 kg las cuales no fueron diferentes estadísticamente ( $P > 0.05$ ) mientras que para la segunda lactación la media para la época seca fue 1912 61 kg y para la época lluviosa fue 1759 8 kg en cuyo caso se marcó una mayor producción para la época seca que para la época lluviosa (+ 8 68%). No obstante la producción acumulada para la tercera lactación mostró que la producción media para la época seca y lluviosa fueron 1844 4 y 1882 36 kg (ver Gráfica XIX)

Si la producción de leche a 100 días se proyectase de manera lineal como indican Wilcox et al (1978) y Bath et al (1986) con los datos de la primera y la segunda lactación se esperaría una producción en la tercera lactación en los primeros 100 días de producción de 2366 45 kg en la época seca. Sin embargo la cifra obtenida fue 1844 4 kg lo que representa una tasa de reducción estimada en la tercera lactación por efecto de la época seca de -522 05 kg que corresponde a una reducción relativa de 22 06%. Esta tasa de reducción lactacional es coincidente con una temperatura ambiental de bulbo seco de 32 a 33°C según McDowell (1981) para vacas con capacidad lactacional de hasta 20 kg/día y 4% de grasa. Esta es exactamente la temperatura ambiental diurna detectada en Hacienda Buena Vista en la época seca como se indica en la caracterización micro ambiental para el área de la finca donde se originó la base

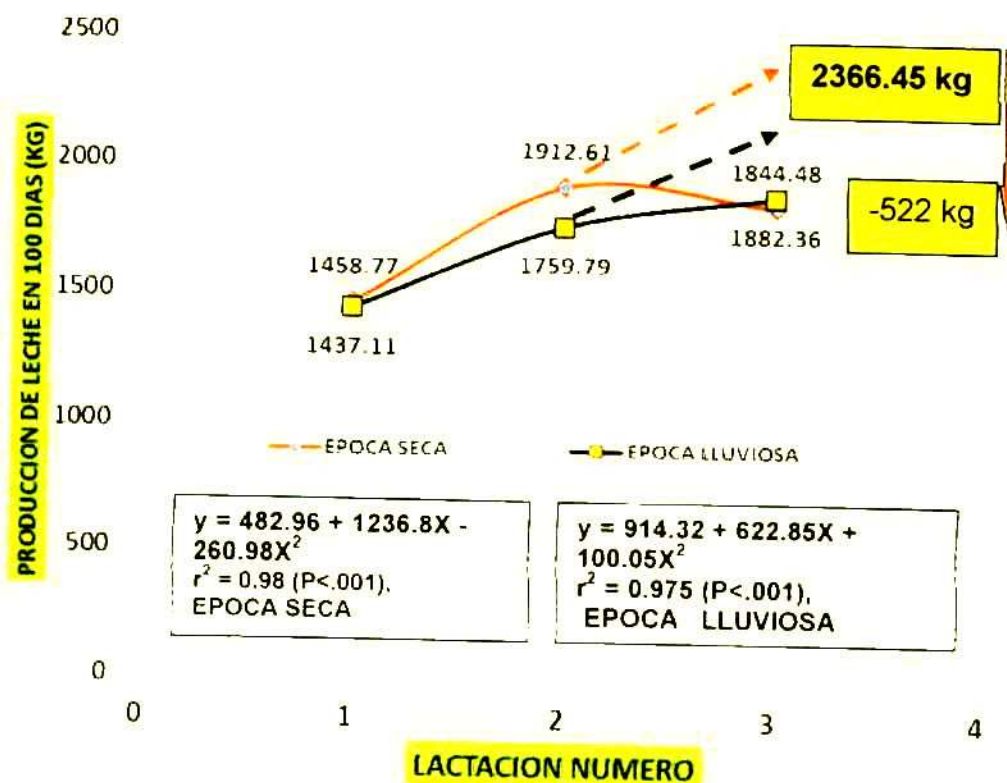


de datos. En consecuencia puede indicarse que la época seca ocasiona una reducción en el desempeño lactacional en los primeros 100 días de la producción comercial siendo las vacas de tercera lactación las más afectadas por la condición genérica que involucra una mayor temperatura ambiental una menor disponibilidad de forraje verde y una mayor dependencia en la suplementación energética y proteica para sostener la producción de leche en la fase de mayor exigencia nutricional.

La época seca estuvo asociada con un aumento en la producción de leche en la transición de la primera a la segunda lactación sin embargo se produjo una reducción considerable en los primeros 100 días de la tercera lactación. La época seca entre diciembre y enero favorece la producción de forrajes y a su vez mejora el contenido de materia seca y su valor energético sin embargo para las vacas que alcanzan una mayor potencialidad en la producción de leche esta época se convierte en un factor limitante ya que a partir del mes de febrero se generan varias condicionantes de la producción de leche incluyendo reducción en la disponibilidad de pasto disminución de la calidad del pasto verde el estrés calórico diario y la utilización de las reservas corporales. Todas estas circunstancias no favorecen las exigencias nutricionales de las vacas en su tercera lactación las cuales poseen un mayor requerimiento para el mantenimiento corporal (NRC 1989). En consecuencia la producción de leche se deteriora a partir de la segunda lactación en los primeros 100 días después del parto (ver Gráfica XIX). Las implicaciones de la época lluviosa son más

negativas para las vacas jóvenes (segunda y tercera lactación) en sus primeros 100 días de producción comercial postparto como se puede observar en la Gráfica XIX. En este periodo, el efecto de la época en los primeros 60 días favorece la producción de biomasa forrajera, el contenido de materia seca y fibra y en consecuencia el valor energético del forraje aumenta, lo cual favorece el perfil de alimentación y el plano nutricional para la vaca lechera en producción.

**Gráfica XIX: Trayectoria de la producción de leche en 100 días según la época seca y lluviosa a través de las primeras tres fases de producción.**



El valor relativo de la producción de leche acumulada comercial hasta los 100 días después del parto solo mostro una diferencia entre las épocas seca y lluviosa ( $P < 0.03$ ) pero fue igual en las primeras tres lactaciones y no mostro ser afectado en forma interaccional por la época y el número de partos (ver Cuadro XXX). Sin embargo las medias relativas para la producción de leche a 100 días fueron ligeramente superiores en la época lluviosa aunque no diferentes estadísticamente ( $P > 0.05$ ). La media del Valor Relativo (VR) en la época seca por lactancia fue primera 103.02%, segunda 103.47% y tercera 99.20% mientras que para la época lluviosa los valores correspondientes 106.34, 106.84 y 103.00%.

**Cuadro XXX** Análisis de varianza para el valor relativo de la producción de leche acumulada hasta los 100 días según la época y las primeras tres lactaciones

Source	DF	Sum of Squares Type III	Mean Square	F Value	Pr > F
EPOCA	1	805.0037879	805.0037879	4.27	0.0399
LACTACION	2	865.2954545	432.6477273	2.29	0.1031
EPOCA LACTACION	2	3.0530303	1.5265152	0.01	0.9919
Error	258	48690.88636	188.72437		
Corrected Total	263	50364.23864			
Model	5	1673.35227	334.67045	1.77	0.1187
R Square	Coef Var	Root MSE	VREL100 Mean		
0.033225	13.25422	13.73770	103.6477		

Las medias del valor relativa para la produccion de leche a 100 dias fueron paralelas para la epoca anual a traves de las primeras tres lactaciones y dichos valores deben ser considerados como una parte del periodo de producción

## 6.2 Efecto de la época anual sobre la producción de leche en 305 días

La producción de leche en 305 días fue evaluada en las mismas vacas que parieron según la época seca y lluviosa para determinar si al menos de manera parcial la época anual podía influir en la sumatoria de la producción ajustada hasta los 305 días. El análisis de varianza del Cuadro XXXI permite indicar que esta variable relacionada con la producción en las vacas que parieron clasificadas por la época anual no mostraron un rendimiento lactacional acumulado diferente ( $P > 0.05$ ) ni se observó una interacción entre la época y las primeras tres lactaciones ( $P > 0.05$ ). Sin embargo la producción de leche en 305 días fue diferente entre las lactaciones ( $P < 0.0001$ ).

**Cuadro XXXI ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE TOTAL A 305 DIAS ASOCIADA CON LA EPOCA ANUAL SEGUN LA FECHA DE PARTO COMO INDICADOR INCLUYENDO LA INFLUENCIA EN LOS PRIMEROS 100 DIAS DE PRODUCCIÓN COMERCIAL**

Source	DF	Sum of Type III	Mean Square	F Value	Pr > F
EPOCA	1	38304.55	38304.55	0.09	0.7587
LACTACION	2	40158998.61	20079499.31	49.55	< 0.0001
EPOCA LACTACION	2	923115.02	461557.51	1.14	0.3217
Error	258	104549109.3	405229.1		
Corrected Total	263	145669527.5			
R Square	Coef Var	Root MSE	PL305 Mean		
0.282286	15.04108	636.5761	4232.250		
Model	5	41120418.2	8224083.6	20.29	< 0.0001

Las medias de la producción de leche en 305 días partiendo de la época anual para la época seca en la 1<sup>ra</sup>, 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> lactación resultó en 3642 31 4568 89 y 4459 32 kg las cuales corresponden a un incremento del 25 43% entre la primera y segunda lactación pero entre la segunda y tercera lactancia se produjo fue un deterioro ya que se redujo la producción en un 2 4% con respecto a la segunda lactación y ello constituye una excepción según la biología de la producción de leche en la vaca moderna (Larson 1974 1985) En la época lluviosa la máxima producción se alcanzó en la tercera fase de producción pero la tendencia fue curva lineal con una tasa de incremento de + 696 98 kg entre la 1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> lactación y de +151 32 kg entre la 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> lactación totalizando 848 3 kg y una tasa de incremento de + 424 15 kg por lactancia

**Cuadro XXXII MEDIAS DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE A 305 DÍAS PARTIENDO DE LA INFLUENCIA DE LA ÉPOCA ANUAL EN 100 DÍAS DE PRODUCCIÓN COMERCIAL PARA LAS PRIMERAS TRES LACTACIONES EN VACAS PARDO SUIZO**

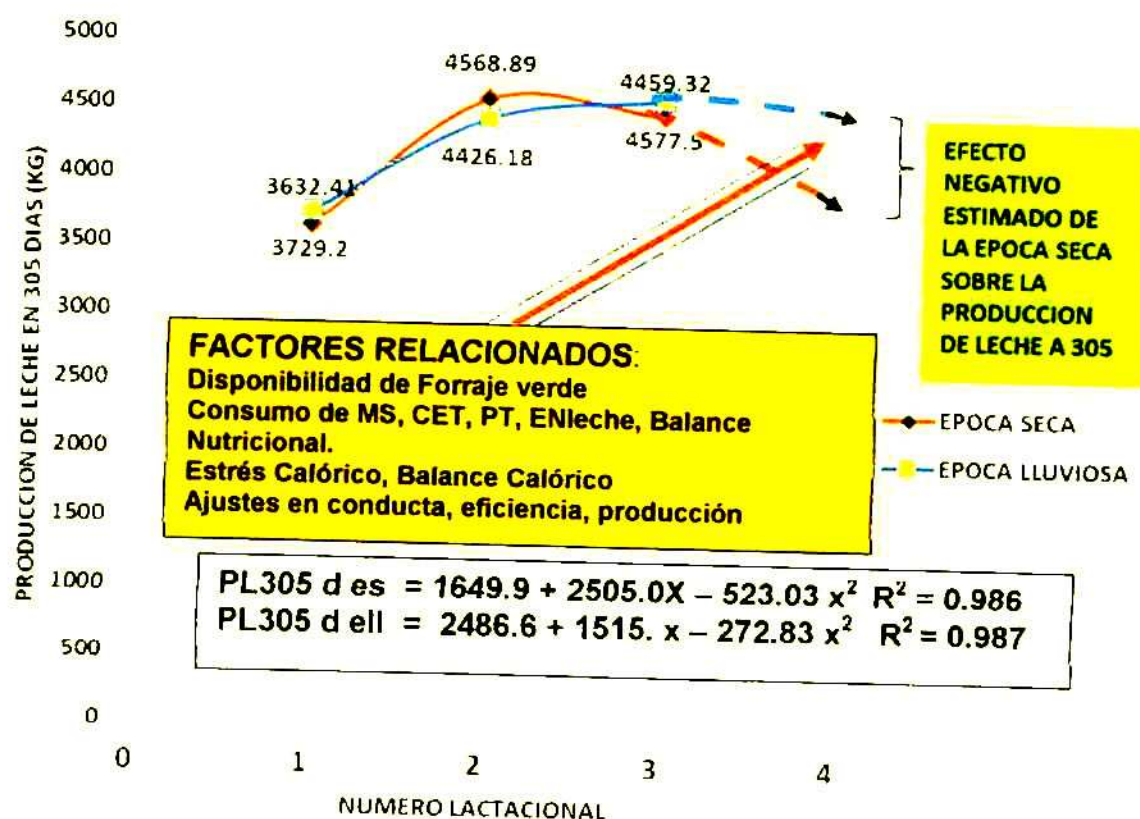
Lactación No	Época Seca	Época Lluviosa	Diferencial
1	3632 41 ± 598 43a	3729 20 ± 217 05a	96 79ns
2	4568 89 ± 784 94ab	4426 18 ± 603 38ab	142 71ns
3	4459 32 ± 664 27ab	4577 50 ± 69 97ab	118 18ns

Las medias entre columnas e hileras con las letras ab difieren al 5% ( $P < 0.05$ ) y con las letras aa o bb no difieren al 5% ( $P > 0.05$ )

La trayectoria de las medias en las primeras tres lactaciones por época anual seca y lluviosa mostraron una tendencia curva lineal polinómica de segundo grado la cual fue más marcada en la época seca (ver Gráfica XX) Estas

producciones son inferiores a las cifras que se utilizan como referencia según Pukite (1998) que fue 6697 kg y posteriormente Visser y Wilson (2006) que indicaron la cifra de 9830 kg en 305 para la raza Pardo Suizo. En consecuencia, el máximo logrado en la época seca representó el 46.47% y para la época lluviosa el 45.36% con relación al reporte de Visser y Wilson (2006).

**Gráfica XX: Tendencia de las medias de la producción de leche en 305 días a partir de la clasificación de datos con la influencia de 100 días según la época anual.**



Los valores relativos de la producción de leche para la época seca en las primeras tres lactaciones fueron 102.2, 103.9 y 100.7%; mientras que para la época lluviosa le correspondió 105.3, 131.2 y 150.7%. Las cifras del valor

relativo para la producción de leche acumulada en 305 días fue mas consistente para la época lluviosa no obstante en la época seca se evidencio fue la caída de la producción de leche entre la 2<sup>da</sup> y la tercera lactación indicando que este periodo incluye varios factores que antagonizan para que la vaca alcance su equivalente de madurez lactacional

El cambio en la producción de leche acumulada en 305 días en la época seca fue de + 936 48 y en la época lluviosa de + 696 98 kg Esto indica que es mas factible el aumento en la producción de leche en la primeras dos lactaciones en la época seca mientras que en la época lluviosa el cambio es positivo pero solo alcanza el 74 42% de lo que se produce en la época seca

Es evidente que existen muchos factores antagonicos en los sistemas tropicales que evitan o impiden que la vaca lechera desarrolle su capacidad genetica y fenotipica lactacional y reproductiva Entre los factores mas relevantes que actuan como antagonicos segun Arauz (2009 y 2010) se encuentran la disponibilidad de forraje verde el bajo contenido de materia seca de las dietas la alta proporción de humedad la alta proporción de materia seca procedente de los concentrados la caminata y el pastoreo como una actividad que demanda energia el estrés calorico el estrés por lluvia los problemas podales la acidez digestiva y metabolica la condición corporal al parto el potencial energetico y proteico de la dieta el balance energetico y proteico negativo y el manejo y cuidado al momento del ordeño En la medida en que todos estos factores antagonicos se solventen parcial o totalmente tendremos la oportunidad de ver

vacas con un mayor desempeño lactacional sin que ello implique un deterioro en su capacidad reproductiva tal como han indicado Butler y Smith (1989) Lucy (2003) West (2003) y NRC (2001)

### **6.3 Influencia del número lactacional sobre la producción de leche**

El desempeño lactacional en las hembras mamíferas de interés zootécnico es influenciado por múltiples factores entre los cuales sobresalen los de índole nutricional reproductivo ambiental genéticos y fisiológicos a la par del ciclo de vida y de la madurez de la hembra en lactación. El número de la lactación y el perfil reproductivo han sido considerados como fuentes de variación genética que pueden modificar la producción de leche acumulada.

#### **6.3.1 El número lactacional y la producción de leche real**

La producción de leche es afectada por el número de la lactancia ya que en primer lugar la hembra bovina logra su madurez lactacional en la tercera fase de producción cuando su edad corresponde entre los 40 y 54 meses (Wilcox et al 1978). Sin embargo la hembra saludable puede mantenerse en producción hasta el séptimo parto cuando el sistema de producción permite mantener los animales hasta una edad entre los 10 y 11 años (Arauz 2010). La mayoría de las vacas en Estados Unidos son eliminadas del hato luego de cumplir dos, tres o un máximo de cuatro lactancias. No obstante la vaca tropical dura más tiempo en la finca por el modelo de alimentación y por el ejercicio o actividad muscular.



que estas desarrollen y en esencia los criterios de selección y segregación del hato lechero son mas flexibles por las condiciones gerenciales de orden técnico

La producción de leche real es aquella que se mantiene por un periodo definido en la finca o unidad de producción y esta asociada con el tiempo que transcurre desde la primera semana de producción comercial hasta que la vaca es secada ya sea porque su producción es muy baja o porque la gestación se encuentra entre los 2110 a 4 kg) hasta la tercera lactación (0 días de avance respectivamente. La norma del secado de la vaca lechera corresponde al momento en la fase de producción en que se deja de ordenar la vaca y se aplica por ende un antibiótico en el sistema mamario para acelerar el proceso de regresión parenquimal con el control antimicrobiano en el sistema en el cuarto mamario (Philpot 1988)

La producción de leche real fue diferente según el número lactacional ( $P < 0.01$ ) y resulto modificada según el periodo seco previo y el intervalo entre partos precedente (ver Cuadro XXXIII). El cambio en la producción de leche acumulada en tiempo real por manejo aumento desde la primera lactación (4252.1 kg) a la segunda lactación (5194.3 kg). Este cambio en la producción total ocurrio con una duración en ordeño de 347, 337 y 341 días en producción ( $P > 0.05$ ). El cambio total en las tres lactaciones iniciales fue de 22.16% lo que se resume en un aumento por lactancia de + 7.39% y que guarda una relación con el progreso lactacional proporcional moderno en la vaca lechera (Visser y Wilson 2006). Otros estudios han demostrado que el número lactacional puede

incrementarse mas allá del tercero y cuarto periodo de producción tal como reporto Ray et al (1992) en base a la producción de leche ajustada a 305 días y con una grasa láctea de 4%. Para evitar el ajuste de los días en ordeño se utiliza la producción de leche en un periodo estandarizado a una misma grasa láctea

**Cuadro XXXIII ANÁLISIS DE VARIANZA – COVARIANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE REAL SEGUN EL NUMERO LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUIZO**

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LACTANCIA	9	29736368.08	3304040.01	3.26	0.0006
PERIODO SECO	1	11202061.67	11202061.67	11.06	0.0009
IEP PREVIO	1	40544343.43	40544343.43	40.05	< 0.001
Error	951	962846676	1012457		
Corrected Total	962	1087640772			
R Square	Coef Var	Root MSE	PLREAL Mean		
0.114738	20.53164	1006.209	4900.775		
Model		11	124794096	11344918	11.21 < 0.001

### 6.3.2 Producción de leche a 305 días según el número lactacional

El mejor y más conocido indicador del desempeño lactacional es la producción de leche para un periodo estandarizado de 10 meses en producción continua con una media mensual de 30.5 días lo que genera el índice de 305 días como valor acumulativo

La producción acumulada hasta los 305 días fue diferente entre las primeras 10 lactaciones ( $P < 0.0001$ ) y a su vez el periodo seco y el intervalo entre partos fueron dos condiciones que influyeron como covariables (ver Cuadro XXXIV). La media de la producción de leche ajustada a 305 días evidenció que la vaca de leche Pardo Suiza se adapta a las condiciones del sistema de alimentación y manejo apropiadamente ya que la misma aumenta en las primeras tres lactaciones luego se mantiene hasta la octava lactación y finalmente se marca el proceso de decadencia lactacional propiamente.

**Cuadro XXXIV ANALISIS DE VARIANZA – COVARIANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE AJUSTADA A 305 DÍAS SEGUN EL NUMERO LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUÍZO**

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LACTANCIA	9	20352887.85	2261423.09	3.99	< .0001
PERIODO SECO	1	8682868.72	8682868.72	15.31	< .0001
IEP PREVIO	1	19881027.39	19881027.39	34.91	< .0001
Error	951	539383458.3	567175.0		
Corrected Total	962	652213788.8			
R Square	Coef Var	Root MSE	PL305 Mean		
0.172996	16.62295	753.1102	4530.545		
Model	11	112830330.5	10257302.8	18.08	< .0001

La producción de leche acumulada hasta los 305 días para vacas Pardo Suizo en condiciones de pastoreo es relevante ya que representa una información esencial para el manejo zootécnico, administrativo y económico dentro de las condiciones de la producción lechera tropical. Los modelos de producción lechera tropical en Panamá presentan varias limitantes para el desempeño

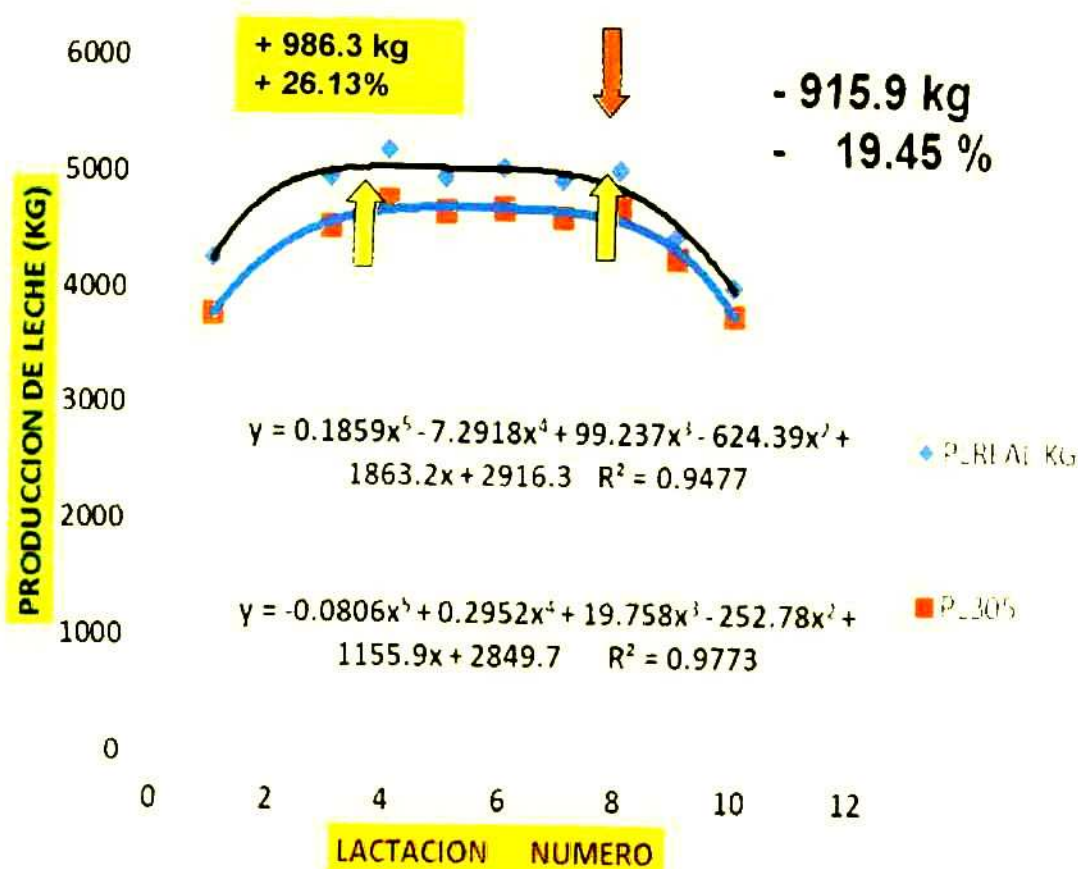
biológico como lo son en el presente estudio la caminata hacia las mangas de pastoreo (Arauz 1995) el estrés calórico ligero a moderado (Arauz 2009) el estrés por lluvias el estrés subnutricional por energía y proteína durante la lactación (Arauz 2006) y la variación en la disponibilidad y el consumo de materia seca (Arauz 1994)

A pesar de las limitaciones para el desempeño lactacional enunciadas la producción de leche a 305 días mostró el patrón biológico típico en las primeras tres lactaciones con su incremento sostenido y luego el mantenimiento hasta la octava lactación. Este hecho biológico a nivel de un hato Pardo Suizo constituye una referencia en producción y manejo técnico para las condiciones del trópico cuando el sistema de alimentación se fundamenta en el pastoreo con cierta suplementación a base de concentrado heno melaza y minerales

La tendencia de la producción de leche a 305 días fue paralela a la producción de leche real sin embargo la modificación del tiempo en ordeno a 305 días condujo a una reducción en el rendimiento lácteo acumulado por lo cual la producción de leche acumulada a 305 días fue ubicada debajo de la línea de tendencia para la producción real (ver Gráfica XXI Cuadro XXXIV). En la misma Gráfica es posible ver que la producción láctea se mantiene entre la tercera y octava lactación para luego marcar una disminución que fue verificable hasta la décima lactación. Tanto la producción de leche a 305 días como la producción de leche real mostraron un comportamiento curvo lineal de naturaleza

polinómico del quinto grado según las medias cuadradas y ajustadas por covarianza

**Gráfica XXI: Magnitud y tendencia de la producción de leche real y a 305 días según el número de la lactancia en vacas Pardo Suizo bajo condiciones de tecnología lechera Grado A en el clima tropical.**



Las medias de la producción de leche acumuladas cuadradas y ajustadas por covarianza hasta los 305 días en las primeras diez lactaciones resultaron ser: 3775.6, 4543.3, 4761.9, 4670.8, 4709.5, 4639.3, 4630.6, 4708.2, 4287.9 y 3792.4 kg. El incremento en las primeras tres lactaciones fue de + 986.3 kg que

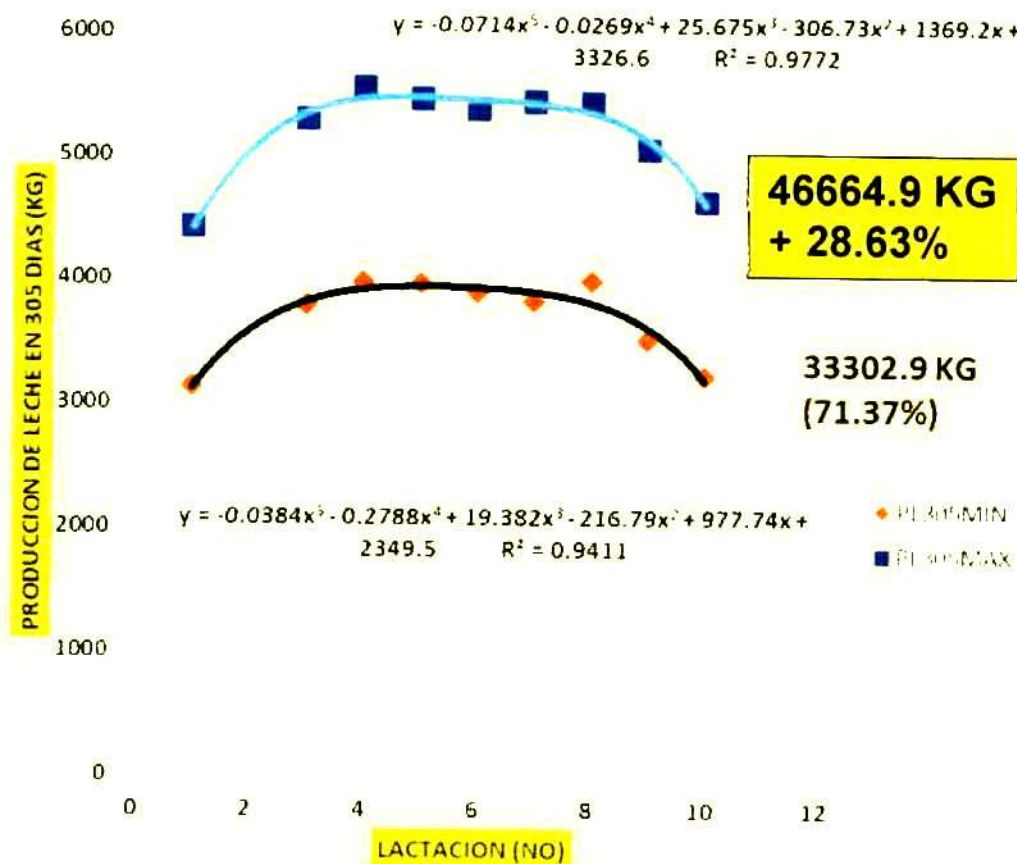
representó el 26.12% de aumento sobre la primera lactación mientras que entre la 8<sup>va</sup> y 10<sup>ma</sup> lactación se produjo un descenso de - 915.8 kg que correspondió al 19.45% de la producción precedente cuando se produjo la decadencia en la producción como reflejo del factor longevidad.

En esencia, estas cifras sugieren que la vaca de leche Pardo Suizo puede mantenerse en el hato como un ejemplar con conveniencia en reproducción y producción hasta la octava lactación con un margen de seguridad hasta la novena lactación ya que la décima lactación representa una línea de riesgo económico por producción sumado a los problemas de capacidad reproductiva (Holy 2008), distocias (Morrow 1983, Mendez 2011) y problemas metabólicos que pueden presentarse en las vacas viejas (Laboratorios Burnet 2009).

El proceso de evaluación y selección de las vacas por longevidad deberá constituir una labor técnica especializada en base a los registros de producción continuos que mantendrá la finca para decidir que vaca debe mantenerse en el hato y que no represente un riesgo zootécnico y veterinario para la unidad de producción lechera propiamente como ha indicado Arauz (2009) en su publicación sobre la evaluación funcional de la vaca lechera.

El rango de producción láctea a 305 días mínimo y máximo en las primeras diez lactaciones indicó una sumatoria de 4664.9 kg y un máximo de 33302.9 kg con una oscilación diferencial acumulada de 28.63% (ver Gráfica XXII).

**XXII: Magnitud mínima y máxima de la producción de leche a 305 días en las primeras diez lactaciones en vacas Pardo Suizo bajo condiciones de tecnología lechera Grado A en el trópico húmedo.**



**6.3.3. Producción de leche a 100 días y la influencia del número lactacional.**

La producción de leche ajusta a los primeros 100 días de valor comercial después del parto constituye una de las mejores herramientas bio indicadoras del desempeño lactacional que pueden y debe utilizarse para el manejo nutricional, reproductivo y zootécnico – veterinario de la vaca lechera (Wilcox et

al 1978 Bath et al 1986) En el presente estudio se observó que la magnitud media ajusta de la producción de leche a 100 días fue diferente según el número lactacional y resultó modificada por el período seco previo ( $P < 0.001$ ) y por el intervalo entre partos precedente ( $P < 0.0001$ ) lo cual se evidencia en el cuadro XXXV a continuación

**Cuadro XXXV ANALISIS DE VARIANZA – COVARIANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE AJUSTADA A 100 DÍAS DESPUES DE LA SEMANA CALOSTRAL EN VACAS PARDO SUIZO**

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LACTANCIA	9	7591333.611	843481.512	8.94	< 0.0001
PERIODO SECO	1	981067.747	981067.747	10.40	0.0013
IEP PREVIO	1	1747260.747	1747260.747	18.53	< 0.0001
Error	951	89691457.4	94312.8		
Corrected Total	962	117042894.6			
R Square	Coef Var	Root MSE	PL100 Mean		
0.233687	16.51079	307.1039	1860.020		
Model		11	27351437.2	2486494.3	26.36 < 0.0001

El valor relativo de la producción de leche a los 100 días se mantuvo paralelo al valor relativo para la producción de leche real y a 305 días. Se observó que el valor relativo para la producción de leche a 100 días fue afectado por el número lactacional y por el período seco ( $P < 0.0001$ ) pero no por el intervalo entre partos previo ( $P > 0.05$ ) como se muestra en el ver Cuadro XXXVI

Las medias ajustadas por covarianza para la producción de leche acumulada hasta los 100 días en las primeras 10 lactaciones resultaron ser 1462.8 1811.2 1962.9 1945.4 1975.5 1955.3 1986.7 1917.6 1790.1 y 1644.3 kg ( $P < 0.0001$ ) en cuyo caso se observó el fenómeno biológico de que la producción



máxima se produjo a la altura de la 7<sup>ma</sup> lactación en el primer tercio de la producción. Esta cifra y su ubicación infiere que las condiciones nutricionales y el manejo general pudieron ser mejorados para adelantar el crecimiento lactacional en las primeras lactaciones ya que esto debe ocurrir entre la 3<sup>ra</sup> y 4<sup>ta</sup> lactación (Larson 1974).

**Cuadro XXXVI ANALISIS DE VARIANZA – COVARIANZA PARA EL VALOR RELATIVO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE AJUSTADA A 100 DIAS SEGUN EL NUMERO LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUIZO**

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LACTANCIA	9	10258.45966	1139.82855	3.41	0.0004
PERIODO SECO	1	4922.26448	4922.26448	14.73	0.0001
IEP PREVIO	1	776.52799	776.52799	2.32	0.1278
Error	951	317896.0347	334.2755		
Corrected Total	962	335238.7747			
Model	11	17342.7399	1576.6127	4.72	< 0.001
R Square	Coef. Var	Root MSE	VRL Mean		
0.051733	17.94755	18.28320	101.8702		

La tendencia de la producción de leche a 100 días fue curvo lineal y los puntos más críticos fueron la primera lactación ( $1462.87 \pm 291.27$  kg) la tercera lactación ( $1962.95 \pm 294.78$  kg) la octava lactación ( $1917.62 \pm 361.83$  kg) y la décima lactación con  $1644.29 \pm 212.87$  kg. La tendencia fue curvo lineal polinómica ( $R^2 = 0.98$ ,  $P < 0.001$ ) con la aplicación de un tiempo en ordeño genérico que mostró una ligera tendencia en su reducción al aumentar el número lactacional (ver Gráfica XXII).

**Cuadro XXXVII ANALISIS DE VARIANZA – COVARIANZA PARA EL TIEMPO REAL EN ORDENO SEGUN EL NUMERO LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUIZO**

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LACTANCIA	9	195421 2108	21713 4679	6 27	< 0001
PERIODO SECO	1	54001 8034	54001 8034	15 58	< 0001
IEP PREVIO	1	143865 8334	143865 8334	41 51	< 0001
Error	951	3295997 790	3465 823		
Corrected Total	962	3504167 186			
R Square	Coef Var	Root MSE	TORDEN Mean		
0 059406	17 62765	58 87124	333 9709		
Model		11	208169 396	18924 491	5 46 < 0001

La producción de leche real a 305 y 100 días se encuentra correlacionada estrechamente y por ende su análisis debe ser simultáneo cuando las condiciones de manejo y alimentación son intensivas aun en el sistema con uso del pastoreo. La tendencia media cuadrada ajusta por doble covarianza de la producción de leche real a 305 y 100 días fueron paralelos en magnitud por lactancia y de manera integral en el ciclo de producción (ver Cuadro XXXVIII).

En todas estas variables indicadoras de la producción de leche se observó que hay tres fases críticas siendo la primera la que involucra las primeras tres lactaciones o zona de crecimiento en la producción, la zona intermedia de estabilidad en la producción y la tercera fase de las últimas tres lactaciones donde se produce la decadencia por la longevidad mayormente. No existe información disponible sobre cuánto puede y/o debe estar una vaca en producción de leche en condiciones del trópico, sin embargo las normas de manejo reproductivo (Nebel 1999, Holy 2008) establecen que se debe mantener uno la capacidad reproductiva y dos el rendimiento lácteo como factores indicadores de la eficiencia y utilidad lechera (Arauz 2010).

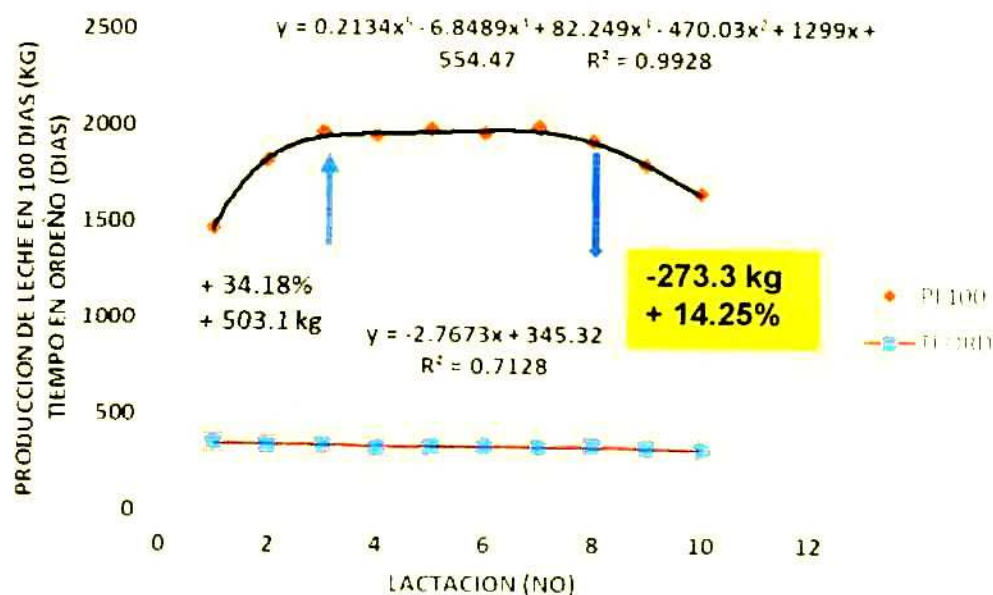
**Cuadro XXXVIII MEDIAS AJUSTADAS POR COVARIANZA PARA LA PRODUCCION DE LECHE REAL (PLREAL) PRODUCCIÓN DE LECHE A 305 DIAS (PL305) Y A 100 DIAS (PL100) SEGUN EL NUMERO DE LA LACTACIÓN EN VACAS PARDO SUIZO**

LACTAN CIA	N	PLREAL (kg)		PL305 (kg)		PL100 (kg)							
		Mean	± Std Dev	Mean	± Std Dev	Mean	± Std Dev						
1	115	4252	13913a	1860	49780	3775	68696a	642	851916	1462	87826a	291	272380
2	200	4954	59500b	1849	26727	4543	30500b	754	743047	1811	18500b	320	765433
3	169	5194	33136c	1873	61574	4761	94675c	789	907848	1962	95266c	294	787632
4	134	4962	30597c	999	62951	4670	77612c	880	908832	1945	35075c	318	959687
5	109	5050	84404c	1020	50721	4709	47706c	745	918767	1975	48624c	316	777367
6	85	4951	02353c	967	22439	4639	28235c	742	299381	1955	31765c	310	973748
7	65	4936	18462c	1055	00503	4630	60000c	806	735335	1986	73846c	284	475629
8	45	5041	93333c	973	28701	4708	17778c	722	300123	1917	62222c	361	832162
9	27	4485	44444b	879	94778	4287	96296b	771	714100	1790	14815b	321	859705
10	14	4036	78571a	728	33996	3792	35714a	569	483384	1644	28571a	212	873537

Medias con letras ab y ac difieren al 1% ( $P < 0.1$ ) y 5% ( $P < 0.5$ ) y letras iguales no difieren al 5% ( $P > 0.5$ )

Otras variables que contribuyeron a la descripción del proceso lactacional fueron el valor relativo para la producción de leche real a 305 y 100 días el tiempo en rodено y la longitud gestacional las cuales se muestran en el cuadro XXXVIII. El perfil lactacional fue ponderado en base a 963 lactaciones estratificadas o clasificadas en diez lactaciones.

**Gráfica XXIII. Tendencia de la producción de leche en 100 días y tiempo en ordeño según la lactancia en vacas Pardo Suizo.**



#### 6.3.4. Valor relativo, tiempo en ordeño y longitud gestacional.

El valor relativo de la producción total por lactancia mostró un ligero crecimiento en las primeras lactaciones y se mantuvo hasta la octava lactancia, pero luego se produjo un deterioro que alcanzó hasta el 85.35%. No obstante, se observó una consistencia considerable en la producción de leche según el índice de comparación relativa por número lactacional.

El deterioro de la producción de leche tuvo un decrecimiento desde el 105.94 hasta el 85.35%; lo cual corresponde con una merma del 20.59% entre la 2<sup>da</sup> y 10<sup>ma</sup> lactación respectivamente. Este valor es una referencia útil para el

mantenimiento de la vaca en producción aun cuando esta haya superado la cuarta lactacion la cual es el marco de descarte por edad en los Estados Unidos y Canada

El desempeño lactacional estuvo subordinado al tiempo en ordeño y como se muestra en el Cuadro XXXIX el periodo de ordeño oscilo entre 347 dias en la primera lactacion y 314 dias en la decima lactacion con una ligera tendencia a disminuir el tiempo en ordeno cuando la vaca aumenta de edad y/o aumento de la lactancia evidenciando un diferencial de 33 dias entre el maximo y el minimo de la longitud lactacional

La duracion del tiempo en ordeño estandarizado es a 305 dias no obstante la cifra de este periodo en las fincas lecheras es muy variable y generalmente tiende a aumentar porque las vacas mantienen una produccion que permite un nivel de ganancia y por otro lado se mantiene la vaca por mas tiempo por su atraso reproductivo (Fricke 1999 Holy 2008)

La longitud gestacional de la raza Pardo Suizo esta reconocida por mantener unos diez dias adicionales en comparacion con otras razas lecheras (Hafez 1986) La media de la longitud gestacional resulto entre 281 y 289 dias superando a la cifra de 274 minima y 278 maxima indicada para las razas lecheras (Sorensen 1983)

**Cuadro XXXIX MEDIAS AJUSTADAS POR COVARIANZA PARA EL VALOR RELATIVO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE TOTAL (VRELPLT), EL TIEMPO EN ORDEÑO (TIEOR) Y LA LONGITUD DE LA GESTACIÓN (LGEST) SEGUN EL NUMERO DE LA LACTACIÓN EN VACAS PARDO SUIZO**

LACTAN CIA	N	VRELPLT (%)		TORDEM (Dias)		LGEST (Dias)	
		Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
1	115	103 826087	14 2060875	347 130435	66 0773765		
2	200	105 935000	24 0573100	337 585000	62 2928146	281 675000	18 5991672
3	169	102 165680	14 1970321	341 431953	63 4488228	285 715976	5 3275826
4	134	98 111940	15 0581132	325 126866	49 0107047	282 925373	15 5000009
5	109	103 440367	26 4415607	327 981651	68 2460122	280 229358	30 9200382
6	85	99 952941	14 2360618	328 329412	57 4653909	288 976471	40 2190361
7	65	99 753846	15 0655140	326 446154	56 6568704	281 815385	27 1119740
8	45	101 244444	12 0513212	333 177778	52 4579004	285 355556	5 2749647
9	27	94 629630	14 6107130	320 074074	39 2476613	285 222222	5 2720842
10	14	85 357143	12 4196317	314 000000	46 2617968	284 714286	10 7519485

#### 6.4 Relacion de la producción de leche con el periodo abierto e intervalo entre partos

El periodo abierto se define como el tiempo en que se logra establecer una nueva preñez a partir de la fecha de parto y constituye un indicador de la funcionabilidad reproductiva de la vaca y de la intervencion del humano por mejorar la capacidad de la reproducción para la mejor productividad (Nebel 1998 De Armas 2008)

El intervalo entre partos puede calcularse al contrastar el intervalo entre partos con la longitud gestacional la cual se denota en la siguiente expresion

$$\text{Periodo Abierto (Dias)} = \text{Intervalo entre partos} - \text{Longitud Gestacional}$$

Esta es una forma de generar el periodo efectivo en que se establecen los servicios efectivos en la ganaderia de leche y carne y para la cual se pueden utilizar los registros computarizados en programas como el vampp bovino dairylife and dairy flex (Arauz 2010)

El periodo abierto fue amplio oscilando entre 184.7 a 128.8 dias con el mayor periodo despues de la segunda lactancia y el menor a la altura de la 5<sup>ta</sup> lactacion. La tendencia fue muy variable segun el aumento del numero lactacional de la 2<sup>da</sup> a la 10<sup>ma</sup> lactacion. La descomposicion de la tendencia mostro que entre la 2<sup>da</sup> y la 5<sup>ta</sup> el comportamiento del periodo abierto fue lineal negativo, entre la 5<sup>ta</sup> y la 7<sup>ma</sup> curvo lineal con proyeccion convexa y entre la 7<sup>ma</sup> y la 10<sup>ma</sup> curvo lineal polinomica irregular. La proyeccion se presenta en las Graficas XXIV, XXV y XXVI destacando el comportamiento heterogeneo del periodo abierto desde la 2<sup>da</sup> a la 10<sup>ma</sup> lactacion e indicados en el Cuadro XL.

El intervalo entre partos esta asociado con el periodo abierto y con la longitud gestacional, por lo cual se considera un indice compuesto reproductivamente. En el presente estudio se encontro que el mismo tuvo una relacion inversa con el numero de la lactacion, disminuyendo desde la segunda lactancia que le correspondio 184.7 dias cuando se aplico el ajuste por doble covarianza hasta 130.8 dias para la decima lactancia en aquellas vacas que se decido aplicar un servicio aun cuando existian muchos riesgos en la vaca por su edad. Otro estudio parecido por Batista (2011) reporto un intervalo entre parto para las

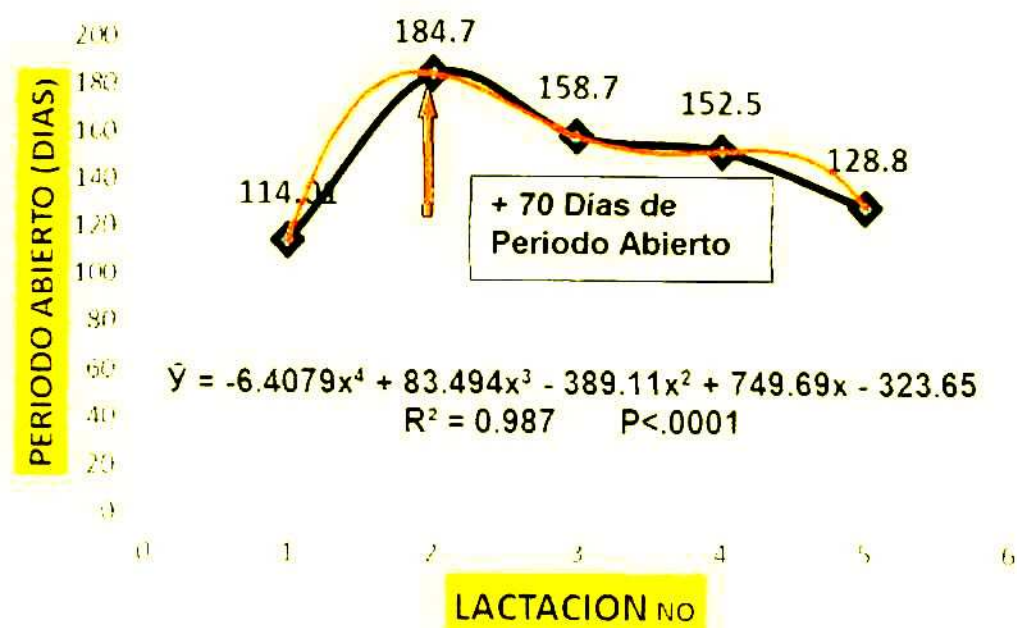
vacas Pardo Suizo que disminuyó desde la primera lactación con 471 días hasta la decima lactacion con 412 días cuando se examino datos de la misma cuenca

**Cuadro XL MEDIAS DEL PERIODO ABIERTO ESTIMADO POR INTERVALO ENTRE PARTOS Y LONGITUD GESTACIONAL MEDIA AJUSTAS POR COVARIANZA SEGUN EL NUMERO DE PARTOS EN VACAS PARDO SUIZO EN CONDICIONES DE TECNOLOGIA LECHERA TROPICAL**

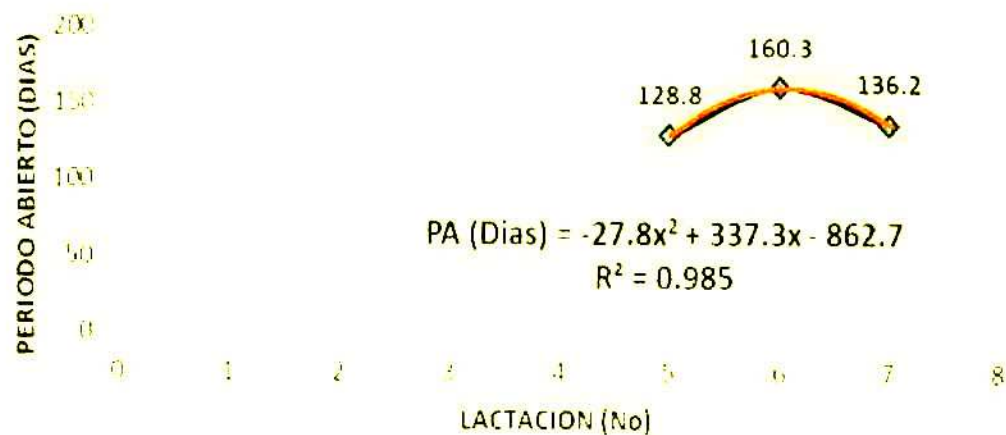
Lactancia (No)	IEP ajustado (Días)	Longitud Gestacional (Días)	Periodo Abierto Efectivo Ajustado (Días)
1	EAPP 3 92 años	280 1*	114 01
2	466 20	281 7	184 7
3	444 4	285 7	158 7
4	435 4	282 9	152 5
5	409 0	280 2	128 8
6	449 2	288 9	160 3
7	418 0	281 8	136 2
8	430 4	285 4	145 0
9	452 7	285 2	167 5
10	415 5	284 7	130 8
<b>Media</b>	<b>435 64</b>	<b>284 05</b>	<b>151 6</b>



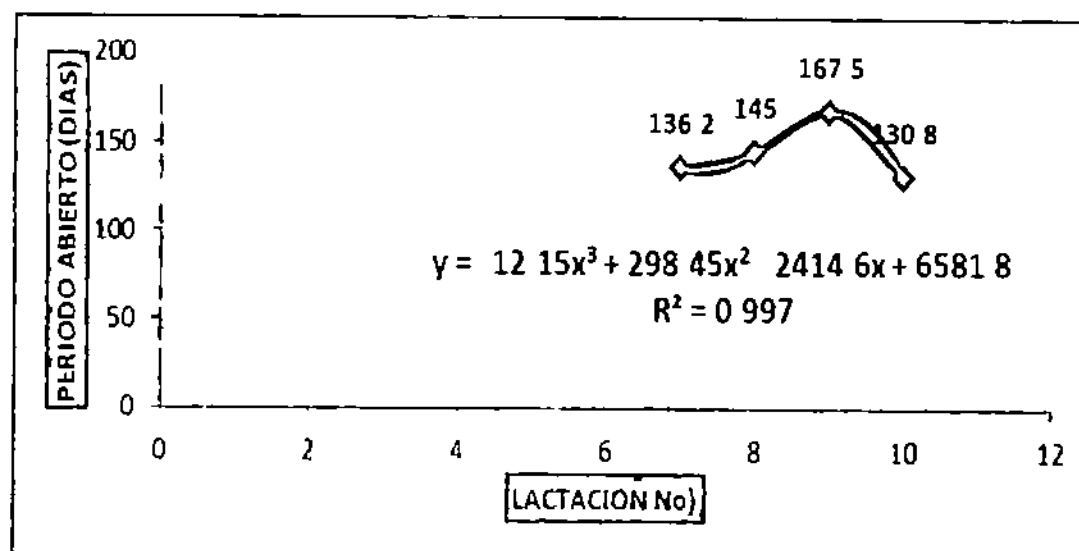
**Gráfica XXIV:** Tendencia del periodo abierto medio entre la segunda y quinta lactación en vacas Pardo Suizo en el clima tropical húmedo.



**Gráfica XXV:** Tendencia media del periodo abierto entre la quinta y séptima lactación en vacas Pardo Suizo en el clima tropical húmedo.



**Gráfica XXVI** Tendencia media del periodo abierto ajustado entre la 7<sup>ma</sup> y 10<sup>ma</sup> lactación en vacas Pardo Suizo en el clima tropical humedo



La sumatoria de las tendencias seccionadas evidencia un comportamiento heterogeneo reproductivo segun el periodo abierto que corresponde a los episodios compensatorios lo que se considera irregular en el desempeño reproductivo de la vaca de leche. La variacion esta relacionada con la produccion de leche, la variacion en el tiempo de la primera ovulacion postparto, la presentacion del primer celo durante la lactacion, las variaciones en el aporte energetico y proteico de la dieta, en la efectividad de la deteccion del celo y en el dominio de la inseminación artificial efectiva.

El periodo abierto seccionado se realizo debido al ajuste por los factores covariativos periodo seco e intervalo entre partos, sin embargo, la inclusion del periodo abierto generico sin ajuste para la primera lactacion ya que en esta no

existe un periodo seco evidencia practicamente la misma tendencia. No obstante se observo que el periodo abierto que sigue a la primera lactancia no es tan largo como si lo fue en las demás lactancias con excepcion de la quinta y octava lactacion respectivamente. Las medias de la produccion de leche a 100 y 305 dias con su periodo abierto y la longitud lactacional se presentan en el Cuadro XLI. El tiempo en ordeno y el periodo abierto estan relacionados por una razon de manejo ya que entre mas se demora la vaca en preñarse mas tiempo permanecera en la sala de ordeño ya que la tendencia es a esperar que la gestacion tenga un avance considerable y que la producción de leche haya disminuido (Bath et al. 1986, Nebel 1998).

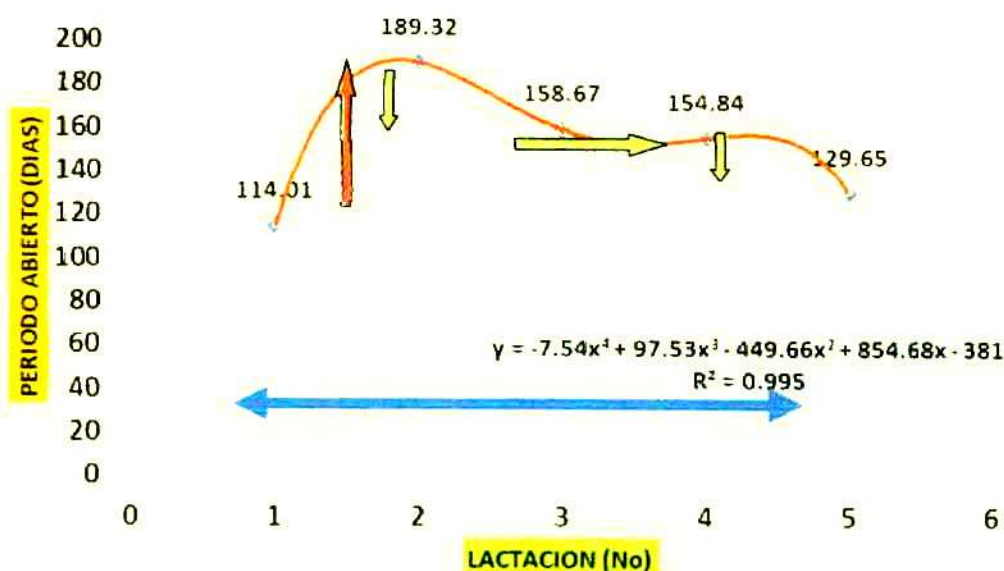
El periodo abierto es uno de los aspectos mas criticos en reproduccion y en manejo de la vaca lechera especialmente si la producción involucra la presencia de un balance energetico y proteico negativo (Butler 2000). En el presente analisis se pudo observar que el periodo abierto fue irregular y de tendencia heterogenea en las primeras diez lactaciones motivo por el cual se secciono en dos componentes graficos y polinomicas. En las primeras cinco lactaciones se observo que el periodo abierto fue de tendencia polinomial con el maximo en la segunda lactacion (189.32 dias) y luego disminuyo gradualmente hasta estabilizarse en 129.95 dias indicando el proceso de adaptacion compensativa en la vaca de leche a medida que aumento su capacidad de producción.

**Cuadro XLI MEDIAS DE LA PRODUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE A 100 Y 305 DIAS PERIODO SECO PERIODO ABIERTO LONGITUD GESTACIONAL E INTERVALO ENTRE PARTOS PARA VACAS PARDO SUIZO EN CONDICIONES DE TECNOLOGIA LECHERA GRADO A EN EL CLIMA TROPICAL HUMEDO**

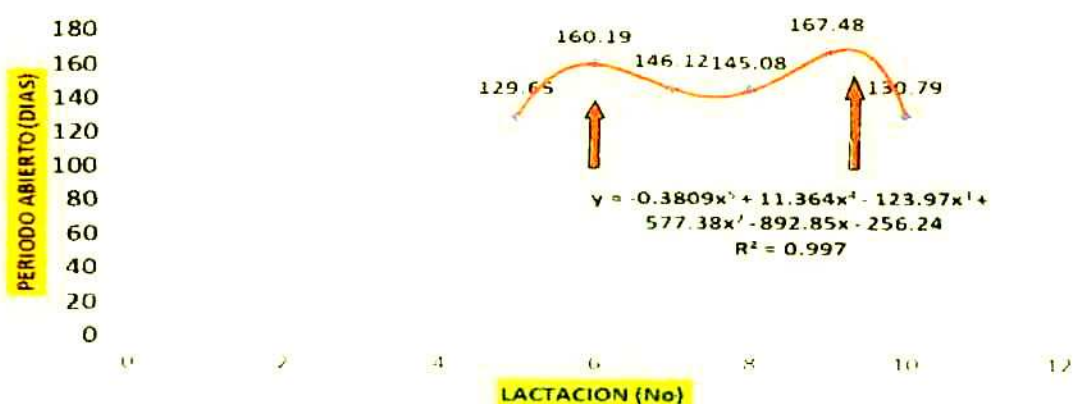
Lactación (No)	Producción Leche (305 d kg)	Producción Leche (100 d kg)	Periodo Seco Previo (Dias)	Periodo Abierto (Dias)	Longitud Gestación (Dias)	Intervalo entre Partos (Dias)
1	3775 68*	1462 88*	---	114 01	280 1	394 10
2	4543 31b	1811 19b	139 45a	189 32c	281 7	471 02
3	4761 95c	1962 95c	107 11b	158 67b	285 7	444 37
4	4670 78c	1945 35c	109 06b	154 84b	282 9	437 74
5	4709 48c	1975 49c	103 27b	129 65b	280 2	409 85
6	4639 28c	1955 32c	125 73c	160 19b	288 9	449 09
7	4630 60c	1986 74c	107 58b	146 12b	281 8	427 92
8	4708 18c	1917 62c	114 07b	145 08b	285 4	430 48
9	4287 98b	1790 15b	120 19c	167 48b	285 2	452 68
10	3792 36a	1644 29b	98 50b	130 79c	284 7	415 49

En las Graficas XXVII y XXVIII se puede observar la variacion en las medias del periodo abierto para las diez pñmeras lactaciones destacandose que la transicion y adaptacion de la vaca lechera despues de cada lactacion es muy variable para definir su restablecimiento ovarico la normalización del ciclo estral y quedar preñada finalmente a medida que se desarrollo la parte critica de la lactación Se observo que las vacas jovenes y muy viejas presentan los periodos abiertos de mayor longitud El periodo abierto normal debe ser entre 45 y 110 dias como indican vanos investigadores en reproduccion del ganado lechero especializado en condiciones intensivas (Nebel 1998 Holy 2008 Wattiaux 2003) Sin embargo en el presente estudio se encontro que el 90% de las lactaciones presento un periodo abierto mas alla de lo ideal por lo cual se genera un atraso en el ciclo de la produccion de leche y con ello perdidas reproductivas inherentes (Arauz 2010)

**Gráfica XXVII:** Tendencia del periodo Abierto en las primeras cinco lactaciones en vacas Pardo Suizo en condiciones de tecnología lechera Grado A.



**Gráfica XXVIII:** Tendencia del periodo Abierto entre la quinta y décima lactación en vacas Pardo Suizo en condiciones de tecnología lechera Grado A.



El aumento de la producción de leche en 100 y 305 días mostró que tiene un efecto positivo sobre el periodo abierto, con lo cual aumentan los días sin

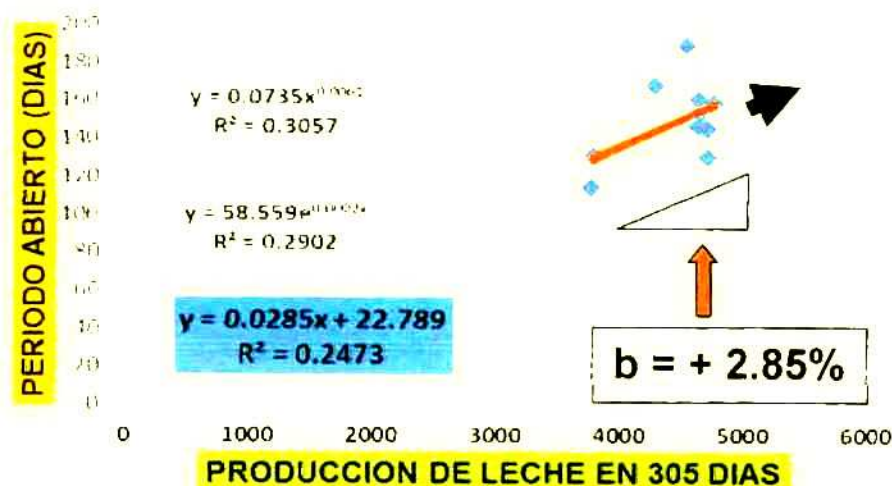
servicios efectivos. El aumento de la producción de leche en 100 días después del parto y la semana de transición calostrál estuvo asociado con un aumento del periodo abierto a través de las diez primeras lactaciones en vacas Pardo Suizo y en cuyo caso se encontró que por cada 100 kg de leche sobre los 1500 kg acumulados en 100 días representó un periodo abierto de 5.35 días. Igualmente, se observó que al aumentar la producción de leche total aumento el periodo abierto como se ilustra en la Gráfica XXIX. Ya se ha descrito que el aumento de la producción de leche aumenta el periodo abierto como consecuencia de la tendencia del balance energético negativo que se produce en los primeros 30 a 50 días después del parto (Butler y Smith, 1989). La producción de leche acumulada en 305 incrementa el periodo abierto cuando esta aumento desde los 5000 a 6000 kg como rango referencial en vacas Pardo Suizo, a una tasa de 2.85 días por cada 100 kg sobre los 5000 kg en 305 días.

**Gráfica XXIX: Tendencia genérica del periodo abierto según la producción de leche acumulada en 100 días.**





**Gráfica XXX: Tendencia genérica del periodo abierto según la producción de leche acumulada en 100 días.**



El mejor descriptor del periodo Abierto fue la producción de leche en 100 días como se deriva de la relación lineal entre la producción láctea y el periodo Abierto propiamente. Otros estudios nacionales tendrán que demostrar cuál es la relación entre producción de leche y periodo abierto cuando la producción es menor a los 5000 kg o superior a los 6000 kg en ganado Pardo Suizo.

#### 6.5. Los servicios por concepción y su relación con la producción de leche.

Los servicios por concepción son una de las razones que contribuyen en el aumento del periodo abierto cuando por razones de la detección del celo, la implementación del servicio o por problemas en el tracto genital de las vacas se falla; siendo el manejo un factor limitante; además de la contribución de la vaca (Leach and Allrich, 1999).

Las vacas jóvenes y las viejas fueron las que presentaron el mayor numero de servicios por concepcion. Las vacas jóvenes estan mas sometidas a una mayor presion nutricional y metabolica por lo que es de esperarse que indicadores como este (SPC) sean incrementados. En otros terminos, la tasa de concepción fue mas baja despues de aplicar el servicio en las primeras tres lactaciones y en las vacas de mayor edad. Sin embargo, los spc y la tasa de concepcion se mantuvieron casi constantes despues de la tercera lactacion. La cifra ideal para vacas en lactación son entre 1.25 y 1.60 servicios por concepcion, siendo el promedio de 1.45 SPC el mas ideal y el mas probable si el manejo reproductivo y nutricional son optimos (Holy, 2008).

**Cuadro XLII MEDIAS DEL NUMERO DE SERVICIOS POR CONCEPCIÓN SEGUN EL NUMERO DE LA LACTANCIA EN VACAS PARDO SUIZO**

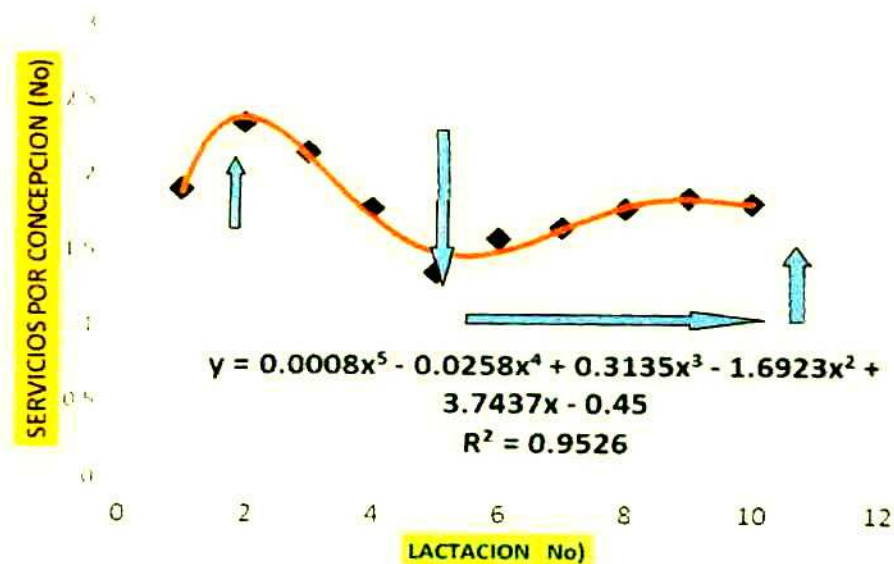
Lactancia No	Periodo Abierto (dias)	Servicios por Concepción (No)	Tasa de Concepción (%)
1	114.01 <sup>a</sup>	1.90 <sup>a</sup>	52.63
2	189.32 <sup>c</sup>	2.35 <sup>b</sup>	42.55
3	158.67 <sup>b</sup>	2.15 <sup>c</sup>	46.51
4	154.84 <sup>b</sup>	1.78 <sup>a</sup>	56.18
5	129.65 <sup>b</sup>	1.35 <sup>b</sup>	74.07
6	160.19 <sup>b</sup>	1.58 <sup>b</sup>	63.29
7	146.12 <sup>b</sup>	1.65 <sup>b</sup>	60.60
8	145.08 <sup>b</sup>	1.78 <sup>a</sup>	56.18
9	167.48 <sup>b</sup>	1.85 <sup>a</sup>	54.05
10	130.79 <sup>c</sup>	1.82 <sup>a</sup>	59.95

El numero de servicios por concepción aumento de la primera a la segunda lactacion y luego disminuyo hasta la quinta lactancia, donde sufrio un cambio



gradual y moderado para incrementarse a medida que las vacas se hacían más viejas o aumentaban su número lactacional (ver Gráfica XXXI). La lactancia con el mayor problema reproductivo según los servicios por concepción fue la segunda y tercera lactación como parte del periodo crítico lactacional de transición somática y lactacional. En este periodo ocurren los mayores cambios metabólicos y hormonales que acompañan el balance energético negativo y que incide negativamente sobre la restauración funcional hipotalámica, de la pituitaria y de los ovarios propiamente (Duby y Prange, 2003; Nebel, 2006). En consecuencia, se produce un cambio en el desempeño lactacional y reproductivo que puede observarse a través del sistema de registro integral de la vaca lechera (Araúz, 2010).

**XXXI: Tendencia de los servicios por concepción según el número de la lactación en vacas Pardo Suizo en el clima tropical húmedo y bajo tecnología lechera grado A.**



## 6.6 Edad al primer parto

La edad al primer parto en ganado lechero ha sido sugenda por razones zootecnicas en 24 a 26 meses con un rango posible entre los 22 y 28 meses (Nebel 1997 2007 Holy 2008) Sin embargo estas cifras son hasta cierto punto un sueño o meta que no se alcanza en los sistemas de produccion bovina tipo leche en el tropico (Arauz 2010) Quiroz et al (1987) Guerra et al (1995 2005) y Arauz (2008) han indicado que la edad al primer parto en Panama alcanza cifras que van desde los 40 hasta los 55 meses en los sistemas de produccion lechera Grado A B y C Esta es una variable influenciada por factores de nutricion y alimentacion (Miller 1986 Warnick 1986) micro ambientales (Collier et al 1982 y Domeck et al 1997) y de manejo reproductivo (De Armas 2008 Arauz 2010)

La edad al primer parto en las vacas pardo suizo fue de 3.92 años (47.04 meses) para el periodo comprendido entre 1995 y el 2008 en el cual se observo que ocurrio una disminucion de dicho indicador alcanzando el minimo de  $34.4 \pm 13.15$  meses Este hallazgo sugiere fuertemente que existen deficiencias en alimentacion salud reproduccion manejo y control de la crianza de las hembras dedicadas al reemplazo en esta finca

La edad al primer parto para los años de 1995 1998 2002 2005 y 2008 fue correspondiente a 52.5 47.4 43.5 39.7 y 34.4 meses como producto del mejoramiento en el sistema de crianza y manejo reproductivo pertinente Esto significo un recorte en el atraso al primer parto de 5.1 3.9 3.8 y 5.3 meses para

los periodos cada cuatro años totalizando una reducción total de 18.1 meses que es practicamente 1.5 ciclos de reproduccion – produccion en la vaca lechera. Estos mismos resultados dentro de la finca evidencian que el uso de los registro deben estar acondicionados al factor manejo para evitar que el procedimiento convencional de la media omita los cambios en los indicadores biolacatciolaes y reproductivos por manejo.

Estos resultados son parecidos a otros reportados para fincas lechera grado A en la provincia de Chiqui donde se indica que la edad al primer parto es de 36 meses (Arauz 2004). Ademas se encontraron diferencias altamente significativas  $p < 0.001$  para la edad al primer parto entre fincas y diferencias al 0.05 para la edad al parto entre las razas Holstein y Pardo Suizo lo que demuestra la marcada heterogeneidad en el manejo de los animales que se da en distintas fincas. Un estudio similar realizado por Batista (2011) reporto una edad al primer parto para las vacas Holstein de 33.12 meses y para las vacas Pardo Suizo de 35.52 meses datos que corresponden a fincas lecheras especializadas que están ubicadas en la cuenca lechera de Bugaba.

El atraso en el ingreso de la vaca lechera al ciclo de la reproduccion incide negativamente en el desarrollo de la vida util y en el acumulado lacteo aun cuando el uso del animal se extienda en el hato (Gill y Allaire 1976). El otro aspecto que se ha observado es que cuando la vaca inicia tardramente su ciclo de produccion su produce un detenoro lactacional en las lactancias sucesivas disminuyendo su vida util y la productividad por longevidad (Ettema y Santos

2004) Los resultados un poco son contrastantes ya que estos mismos autores han indicado que la edad al primer parto no afecta las lactancias sucesivas pero si reiteran la disminucion de la vida productiva en la vaca lechera

La norma zootecnica y veterinaria es de que la edad al pnmer parto debe ocurrir entre los 24 y 26 meses no obstante Arauz (2010) ha señalado que para el tropico este indicador puede oscilar entre los 28 y 32 meses como meta intermedia para aquellas fincas que poseen edades al parto entre los 38 y 50 meses y con ello producir una enmienda total entre el 73.7 y el 64% sin tener que hacer cambios drasticos en los sistemas de alimentacion dado las condiciones del tropico humedo. Esto permitira reducir las perdidas economicas que se generan por atraso reproductivo relacionado con la edad al primer parto lo cual se ha indicado viable para su correccion a traves del mejoramiento de los sistemas de alimentacion control de salud y manejo reproductivo oportuno de la hembra para el reemplazo en la finca lechera

## **7 Interrelación de los indicadores de la producción y reproducción en vacas Pardo Suizo**

### **7.1 Influencia y correlación según la época anual**

En primera instancia la correlacion entre varios indicadores lactacionales fue revisada en asociacion con el efecto de la epoca anual segun el desempeño en produccion de leche en vacas Pardo Suizo. La correlacion entre la produccion de leche a 100 y 305 dias fue mas consistente en la epoca seca ( $0.81$   $P < 0.0001$ )

que en la época lluviosa (0.75  $P < 0.001$ ) aunque el margen de diferencia entre las épocas no marco un diferencial amplio. La interrelación del valor relativo para la producción de leche a 305 y 100 días fue superior en la época seca (0.71  $P < 0.01$ ) contra 0.18 ( $P < 0.03$ ) resultando que la producción de leche a 100 días fue más influyente sobre la producción de leche diaria que en la época lluviosa (ver Cuadro XLIII)

**Cuadro XLIII CORRELACIONES DE LAS VARIABLES LACTACIONALES SEGUN LA EPOCA SECA Y LLUVIOSA**

EPOCA SECA PARAMETROS LACTACIONALES						
Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
PL305	132	4220	808.44899	557067	2377	6053
VREL305	132	102.10606	13.93072	13478	70.00000	130.00000
PL100	132	1739	353.01144	229498	927.00000	2785
VREL100	132	101.90152	13.52400	13451	70.00000	130.00000
Pearson Correlation Coefficients N 132						
Prob >  r  under H0 Rho 0						
	PL305	VREL305	PL100	VREL100		
PL305	1.00000	0.71793	0.81405	0.46889		
		< 0.001	< 0.001	< 0.001		
VREL305	0.71793	1.00000	0.49672	0.71030		
	< 0.001		< 0.001	< 0.001		
PL100	0.81405	0.49672	1.00000	0.51726		
	< 0.001	< 0.001		< 0.001		
VREL100	0.46889	0.71030	0.51726	1.00000		
	< 0.001	< 0.001	< 0.001			

EPOCA LLUVIOSA PARAMETROS LACTACIONALES						
Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
PL305	132	4244	686.27264	560247	2829	6476
VREL305	132	129.05303	150.11988	17035	70.00000	1221
PL100	132	1693	304.64657	223495	1029	245
VREL100	132	105.39394	13.97913	13912	70.00000	146.00000
Pearson Correlation Coefficients N 132						
Prob >  r  under H0 Rho 0						
	PL305	VREL305	PL100	VREL100		
PL305	1.00000	0.18913	0.75288	0.57951		
		0.0299	< 0.001	< 0.001		
VREL305	0.18913	1.00000	0.03430	0.18288		
	0.0299		0.6962	0.0358		
PL100	0.75288	0.03430	1.00000	0.46311		
	< 0.001	0.6962		< 0.001		
VREL100	0.57951	0.18288	0.46311	1.00000		
	< 0.001	0.0358	< 0.001			

Es evidente que los primeros meses de la época seca representan un beneficio para las vacas de leche en su entorno ya que estas pierden menor energía calórica por convección hídrica ambiental se cojean menos y el forraje verde se ve favorecido por una mayor cantidad de luz solar favoreciendo a los animales para consumir una mayor cantidad de materia seca. Por otro lado los primeros meses de la lactación son más sensibles al consumo de materia seca por lo cual se puede modificar en mayor forma la dependencia de la producción de leche total sobre la producción en los primeros 100 días (Miller 1986; NRC 2001; Hutchinson 2003).

Otras correlaciones para el valor relativo de la producción de leche a 100 y 305 días no mostraron valores altos en comparación sin embargo estas fueron más estrechas en la época seca. Ello significa que cualquier factor que limite o favorezca la producción de leche en los primeros 100 días tendrá mayores efectos sobre la producción de leche total y en la trayectoria de la curva de lactación tal como ha descrito Arauz (2010).

## **7.2 Correlaciones entre los indicadores de la producción de leche y los indicadores reproductivos**

La relación que existe entre los indicadores de la producción de leche y el desempeño reproductivo pueden ser examinados o ponderados a través del método de la correlación para determinar el grado de dependencia o de influencia de una variable sobre la trayectoria de una dependiente (Gill 1978).

La reproducción postparto es afectada por la magnitud de la producción de leche en los primeros 90 a 120 días de acuerdo con la aplicación del concepto metabólico del balance energético negativo (Butler y Smith 1989 Lucy 2003) y también según el perfil y balance de las proteínas (Fergusson y Chalupa 1989 NRC 2001). Los indicadores de la lactación que fueron correlacionados con los parámetros reproductivos entre los cuales se encontró que la producción de leche a 100 días y a 305 días estuvo correlacionada estrechamente ( $r = 0.85$   $p < 0.001$ )

El tiempo en ordeno y el número lactacional resultaron en una correlación negativa ( $-0.106$   $p < 0.001$ ) evidenciando que al aumentar el número lactacional el tiempo en ordeño disminuyó. El aumento de la longitud de la gestación favoreció una mayor producción de leche a 100 ( $r = 0.428$   $p < 0.001$ ) y 305 ( $r = 0.349$   $p < 0.001$ ) días.

El aumento del intervalo entre partos estuvo asociado con una disminución de la producción de leche real de la producción de leche a 305 días y de la producción de leche a 100 días (ver Cuadro XXXIX). Los trabajos de Wilcox et al (1978) fueron un clásico que demostró el efecto negativo del intervalo entre partos sobre la producción de leche en la próxima lactación. Colateralmente el periodo abierto estuvo asociado con una reducción en la producción de leche.

**Cuadro XLIV MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE LAS INDICADORES LACTACIONALES Y REPRODUCTIVOS EN BASE AL PERFIL VECTORIAL DE LAS PRIMERAS 10 LACTACIONES SECUENCIALES**

Pearson Correlation Coefficients N = 963 Prob >  r  under H0 Rho 0								
LACTNUM	LACTNUM 1 00000	PLREAL 0 03505 0 2772	PL305 0 11757 0 0003	PL100 0 23086 < 0001	VRL 0 13264 < 0001	TORDEM 0 10663 0 0009	LGEST 0 47565 < 0001	PAANTER 0 07640 0 4132
PLREAL	0 03505 0 2772	1 00000	0 86488 < 0001	0 63079 < 0001	0 53651 < 0001	0 63953 < 0001	0 23808 < 0001	0 14768 < 0001
PL305	0 11757 0 0003	0 86488 < 0001	1 00000	0 81150 < 0001	0 58422 < 0001	0 22673 < 0001	0 34923 < 0001	0 10938 0 0007
PL100	0 23086 < 0001	0 63079 < 0001	0 81150 < 0001	1 00000	0 44248 < 0001	0 00710 0 8258	0 42807 < 0001	0 04539 0 1 93
VRL	0 13264 < 0001	0 536 1 < 0001	0 8472 < 0001	0 44248 < 0001	1 00000	0 01500 0 6419	0 10131 0 0016	0 11735 0 0003
TORDEM	0 10663 0 0009	0 63953 < 0001	0 22673 < 0001	0 00710 0 8258	0 01500 0 6419	1 00000	0 04038 0 2106	0 11377 0 0004
LGEST	0 47565 < 0001	0 23808 < 0001	0 34923 < 0001	0 42807 < 0001	0 10131 0 0016	0 04038 0 2106	1 00000	0 12138 0 0002
PAANTER	0 02640 0 4132	0 14768 < 0001	0 10938 0 0007	0 04539 0 1593	0 11735 0 0003	0 11377 0 0004	0 12138 0 0002	1 00000
IEPOST	0 41633 < 0001	0 15798 < 0001	0 27666 < 0001	0 35860 < 0001	0 04796 0 1370	0 12200 0 0001	0 08054 < 0001	0 15022 < 0001
LGESTPOST	0 47858 < 0001	0 19799 < 0001	0 30456 < 0001	0 38373 < 0001	0 04906 0 1282	0 07928 0 0139	0 95922 < 0001	0 15300 < 0001
PAPOST	0 47813 < 0001	0 10811 0 0008	0 26106 < 0001	0 35741 < 0001	0 06445 0 0456	0 19476 < 0001	0 92706 < 0001	0 14786 < 0001
LACTNUM	1 00000	0 03505 0 2772	0 11757 0 0003	0 23086 < 0001	0 13264 < 0001	0 10663 0 0009	0 47565 < 0001	0 07640 0 4132
PSECO	0 14488 < 0001	0 12254 0 0001	0 13340 < 0001	0 14186 < 0001	0 10551 0 0010	0 01505 0 6409	0 39721 < 0001	0 70605 < 0001
IEPPREVIO	0 34108 < 0001	0 27091 < 0001	0 34636 < 0001	0 37637 < 0001	0 00098 0 9757	0 03170 0 3258	0 83187 < 0001	0 61580 < 0001

Las correlaciones más importantes entre los indicadores reproductivos y lactacionales fueron encerrados en círculos aunque la matriz evidencia la presentación de correlaciones variadas



La correlación del periodo seco con el periodo abierto postparto resultó en  $-0.349$  ( $p < 0.001$ ) indicando que en la medida que un periodo seco corto en duracion impacta negativamente sobre el desempeno reproductivo en general ya que el mismo aumentaria con el nesgo de que dicho periodo supere los 75 a 85 días que constituyen la meta zootecnica para el establecimiento de la preñez por razones de la biologia lactacional (Nebel 1997 Fricke 1999)

El intervalo entre partos previo estuvo correlacionado negativamente con el periodo abierto postparto ( $-0.766$   $p < 0.001$ ) como se muestra en el Cuadro XL lo que sugiere claramente que es preciso procurar que el manejo reproductivo preparto se mantenga proximo a las metas del periodo abierto (45 a 85 dias) con un intervalo entre partos entre 345 y 405 dias (Duby y Prange 2004 Arauz 2010) En este caso es preciso evitar que el intervalo entre partos previo no sea menor a los 345 dias ya que el sistema de alimentación a base de pastoreo con la suplementacion a base de alimento concentrado con uso del pastoreo deja la oportunidad para ampliar el balance energetico negativo (Arauz 2009) con lo cual el periodo abierto postparto aumentaria retazando la inclusion al ciclo reproductivo efectivo y a la fase de produccion propriamente El intervalo entre partos previo incluye el periodo abierto y la longitud de la gestación por lo cual la extension de ambos estaran altamente correlacionados como en el presente estudio de 963 lactaciones debidamente purificadas por factores de sesgo relacionadas con la salud en la vaca lechera Pardo Suiza en el medio tropical humedo

El aumento del número lactacional estuvo asociado con la disminución del periodo abierto postparto en las vacas Pardo Suizo (ver Cuadro XLV), indicando que las vacas más adaptadas al estrés lactacional por longevidad logran acomodarse en su sistema endocrino para desempeñarse reproductivamente mejor que las vacas jóvenes entre la primera y tercera lactación. Esta se sustenta principalmente por el mayor requerimiento nutricional de las hembras jóvenes debido a la influencia del crecimiento (NRC, 1989, 2001, Hutchinson, 2003). De allí que es recomendable que el manejo nutricional y la alimentación de las vacas jóvenes garanticen los nutrientes para el mantenimiento y la producción de leche para poder mantener el eje reproductivo ideal.

**Cuadro XLV: MATRIZ DE CORRELACIONES COMPLEMENTARIAS ENTRE LOS INDICADORES LACTACIONALES Y REPRODUCTIVOS EN VACAS PARDO SUIZO.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 963 Prob >  r  under H0: Rho=0						
	IEPPOST	LGESTPOST	PAPOST	LACTNUM	PSECO	IFPPREVIO
IEPPOST	1.00000	0.92250 <.0001	0.90467 <.0001	-0.41633 <.0001	-0.38884 <.0001	-0.74234 <.0001
LGESTPOST	0.92250 <.0001	1.00000	0.97069 <.0001	-0.47858 <.0001	-0.41620 <.0001	-0.80513 <.0001
PAPOST	0.90467 <.0001	0.97069 <.0001	1.00000	-0.47013 <.0001	-0.39660 <.0001	0.76666 <.0001
LACTNUM	-0.41633 <.0001	-0.47858 <.0001	0.47013 <.0001	1.00000	0.14488 <.0001	0.34108 <.0001
PSECO	-0.38884 <.0001	-0.41620 <.0001	0.39660 <.0001	0.14488 <.0001	1.00000	0.69276 <.0001
IFPPREVIO	-0.74234 <.0001	-0.80513 <.0001	0.76666 <.0001	0.34108 <.0001	0.69276 <.0001	1.00000

Otro estudio poblacional en el ganado lechero en Panamá indicó que el número de partos tuvo una influencia muy baja sobre el perfil reproductivo (Batista 2011) cuando la base genética fue el Holstein y en menor proporción en la raza Pardo Suizo. A partir de las correlaciones establecidas se encontró que la producción de leche a 100 días fue uno de los indicadores lactacionales de mayor sensibilidad, el cual estuvo representado por el modelo de regresión múltiple con la expresión:

$$PL100 \text{ días (kg)} = 1565.70 - 0.874PAA_{\text{anterior}} \text{ (días)} - 0.345 PSECO \text{ (días)} + 1.19635 IEPP_{\text{previo}} \text{ (Días)}$$

En el mismo se encontró que el periodo abierto anterior al parto o lactancia correspondiente, el periodo de descanso o periodo seco y el intervalo entre partos afectaron o determinaron la magnitud de la producción de leche en los primeros 100 días de la fase postparto comercial. Varios estudios incluyendo los realizados por Wilcox et al. (1978) indican que el periodo seco y el intervalo entre partos tienen un efecto curvo lineal sobre la producción de leche, en cuyo caso si se exceden los valores ideales del periodo seco (45 a 60 días) y el intervalo entre partos (365 a 405 días) se produce una reducción apreciable en la producción de leche de la lactación subsiguiente.

## **8. Tipificación de la curva de lactación en vacas Pardo Suizo durante sus primeras cuatro periodos de producción**

La curva de lactación fue caracterizada para las primeras cuatro lactaciones de vacas de la raza Pardo Suizo en las condiciones de tecnología lechera Grado A.

con el uso del modelo de pastoreo. En primera instancia se utilizó el modelo de Wood descrito por Herrera y Barreras (2001) para determinar la tendencia típica de los datos disponibles para la primera, segunda, tercera y cuarta lactación. El modelo incluyó el intercepto (A), el factor de incremento lactacional (b), el factor de decadencia para la producción de leche (c) y la misma fue definida para el estado lactacional en días (X). Por ende, el modelo de la función gamma incompleta utilizado fue  $Y = An^b e^{-cn}$  o  $Y = Ax^b e^{-cx}$ . En el cuadro XXXV se muestran los componentes para la tendencia lactacional en vacas de la raza Pardo Suizo. La quinta lactación fue incluida para establecer algún cambio en la fase crítica de los primeros 100 días de la producción comercial.

El intercepto para las primeras cinco lactaciones fue 11,05, 12,21, 15,53, 14,16 y 13,85 kg como medida central para iniciar la fase comercial o producción post calostroal. La producción máxima de leche fue 14,25, 19,48, 21,35, 20,49 y 19,52 kg/día para el momento postparto de 42, 49, 47, 41 y 39 días. La producción de leche en el momento del intercepto fue diferente ( $P < 0,05$ ) así como la magnitud de la producción máxima, especialmente entre la primera y demás lactaciones.

La producción máxima ocurrió entre la sexta y séptima semana postparto, lo que evidencia un retardo para manifestar el pico de producción en las cinco lactaciones. Entre las primeras cinco lactaciones se observó una ligera tendencia curvo lineal para el intercepto, el tiempo para la máxima producción y la máxima producción diaria (ver cuadro XLVI).

**Cuadro XLVI COMPONENTES DE LA TENDENCIA LACTACIONAL SEGUN WOOD EN VACAS DE LA RAZA PARDO SUIZO**

Lactación No	Producción Inicial (A)	Vector de Incremento (b)	Vector de decadencia (c)	Tiempo para MPL (Días)	Máxima Producción de leche (kg)	Persistencia Láctea kg
1	11 0546	0 093163112	-0 002230677	41 76	14 25	6 59
2	12 2077	0 162023701	-0 003316080	48 86	19 48	6 48
3	15 5348	0 111711881	-0 002382424	46 89	21 35	6 60
4	14 1576	0 136828581	-0 003367766	40 75	20 49	6 35
5	13 8543	0 129254230	-0 003332153	38 79	19 52	6 31

MPL = Maxima Produccion de Leche

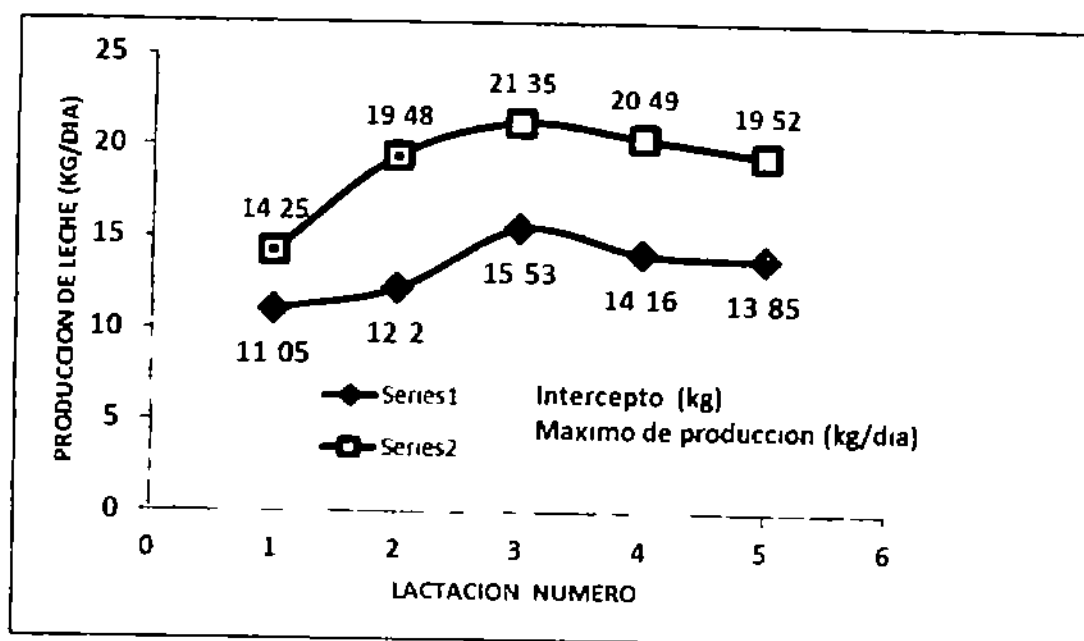
**Cuadro XLVII COMPILADO DE LOS FACTORES DE LA ECUACIÓN DE WOOD**

Lactación No	Ecuación de Wood Completa para predicción	R <sup>2</sup>
1	$Y_n = 11\ 0546\ n^{0\ 093163112} e^{-0\ 002230677\ n}$	0 569 (P< 05)
2	$Y_n = 12\ 2077\ n^{0\ 162023701} e^{-0\ 003316080\ n}$	0 578 (P< 05)
3	$Y_n = 15\ 5348\ n^{0\ 111711881} e^{-0\ 002382424\ n}$	0 627 (P< 01)
4	$Y_n = 14\ 1576\ n^{0\ 136828581} e^{-0\ 003367766\ n}$	0 605 (P< 01)
5	$Y_n = 13\ 8543\ n^{0\ 129254230} e^{-0\ 003332153\ n}$	0 548 (P< 05)

Los mayores índices lactacionales ocurrieron en la tercera etapa de producción y se observó un aumento entre la primera y tercera lactación. Esto concuerda con lo descrito por Larson (1974-1985). La máxima producción aumentó para la segunda y tercera lactancia en 136 70 y 149 82% con respecto al máximo de la primera lactancia (14 25 kg/día). En otros términos, la transición proporcional de la primera, segunda y tercera lactación fueron 66 74 y 91 24%.

para el máximo de producción. La transición hacia el equivalente de madurez se observa en los diferentes descriptores del periodo de la producción láctea.

**Gráfica XXXII** Tendencia genética del intercepto de la producción de leche y del máximo de producción

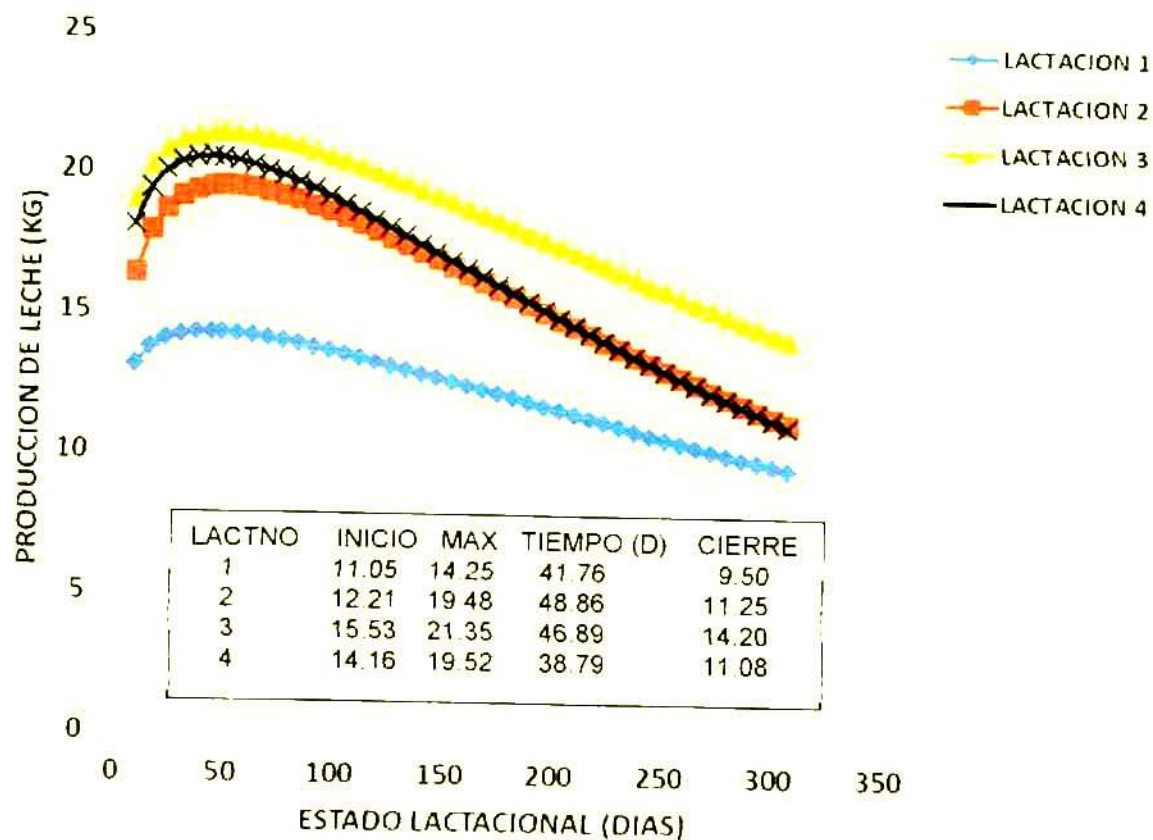


El rendimiento lactacional estimado según las ecuaciones de Wood se presenta en el Cuadro XLVIII y solo se consideró el máximo estado lactacional de 305 días. Sin embargo, aunque los valores fueron ajustados a la extensión de 305 días, cierta proporción de vacas en cada una de las lactaciones evaluadas se mantuvieron por más tiempo en ordeño debido a la magnitud de la producción diaria y por la tardanza del establecimiento de la preñez. La producción total estimada en 305 días para las primeras cuatro lactaciones resultaron en 3785.29, 4939.88, 5677.57 y 5064.02 kg de acuerdo con la aplicación del modelo de Wood mediante la función gamma incompleta.

**Cuadro XLVIII VALORES ESTIMADOS POR ESTADO LACTACIONAL EN LAS PRIMERAS CUATRO LACTACIONES**

Observación	Estado Lactacional (días)	PRODUCCION DE LECHE SEGUN LACTACIONES (KG)			
		1	2	3	4
1	7	13 0462	16 3485	18 9878	18 0474
2	14	13 7008	17 8719	20 1770	19 3819
3	21	14 0077	18 6475	20 7828	20 0117
4	28	14 1853	19 0890	21 0863	20 3316
5	35	14 2387	19 3377	21 2810	20 4750
6	42	14 2582	19 4804	21 3396	20 5045
7	47	14 2486	19 4924	21 3535	20 4759
8	54	14 2104	19 4784	21 3288	20 3838
9	61	14 1500	19 4111	21 2634	20 2451
10	68	14 0725	19 3025	21 1671	20 0709
11	75	13 9815	19 1614	21 0461	19 8893
12	82	13 8797	18 9943	20 9054	19 6481
13	89	13 7894	18 8065	20 7486	19 4061
14	96	13 8520	18 8018	20 5788	19 1528
15	103	13 5289	18 3834	20 3982	18 8887
16	110	13 4011	18 1539	20 2087	18 6167
17	117	13 2895	17 9156	20 0120	18 3384
18	124	13 1348	17 6701	19 8092	18 0554
19	131	12 9978	17 4189	19 6014	17 7889
20	138	12 8585	17 1634	19 3897	17 4802
21	145	12 7177	16 9046	19 1747	17 1901
22	152	12 5758	16 6433	18 9572	16 8995
23	159	12 4330	16 3805	18 7376	16 6089
24	166	12 2898	16 1168	18 5168	16 3190
25	173	12 1458	15 8527	18 2946	16 0302
26	180	12 0019	15 5888	18 0720	15 7431
27	187	11 8580	15 3256	17 8490	15 4578
28	194	11 7143	15 0634	17 6260	15 1749
29	201	11 5710	14 8025	17 4033	14 8944
30	208	11 4281	14 5433	17 1810	14 6167
31	215	11 2858	14 2880	16 9595	14 3420
32	222	11 1441	14 0309	16 7388	14 0704
33	229	11 0032	13 7780	16 5191	13 8020
34	236	10 8632	13 5277	16 3007	13 5370
35	243	10 7240	13 2801	16 0835	13 2756
36	250	10 5859	13 0352	15 8678	13 0177
37	257	10 4487	12 7932	15 6535	12 7634
38	264	10 3126	12 5542	15 4409	12 5128
39	271	10 1776	12 3183	15 2300	12 2660
40	278	10 0437	12 0855	15 0209	12 0229
41	285	9 9111	11 8558	14 8135	11 7837
42	292	9 7796	11 6294	14 6081	11 5482
43	299	9 6493	11 4063	14 4046	11 3185
44	306	9 5203	11 1884	14 2030	11 0887
<b>Lecche Total Est.(kg)</b>		<b>3785 29</b>	<b>4939 88</b>	<b>5677 57</b>	<b>5064 02</b>
<b>Proporcion (%)</b>		<b>66 67</b>	<b>87 01</b>	<b>100</b>	<b>89 19</b>

**Gráfica XXXIII: Tendencia de la curva de las primeras cuatro lactaciones en vacas Pardo Suizo.**

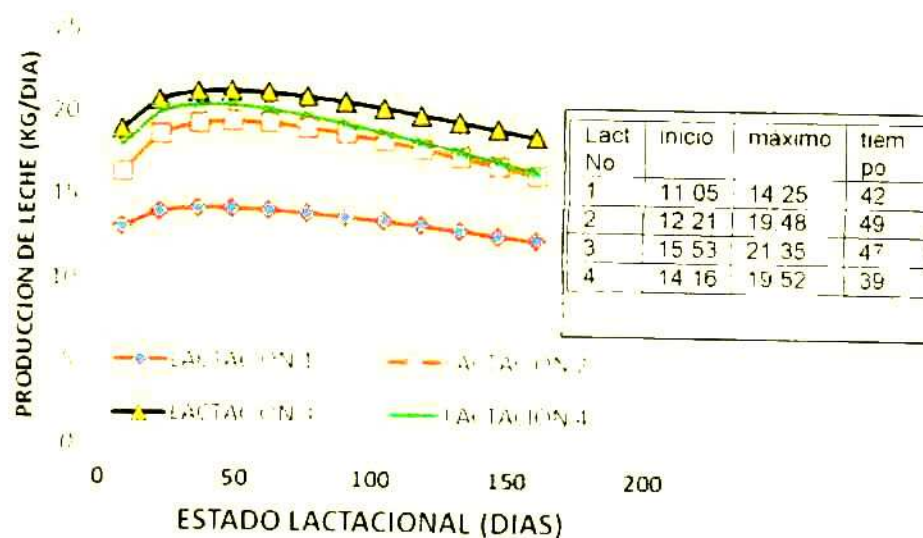


El mejor desempeño lactacional ocurrió en la tercera lactación, coincidiendo con lo descrito por Wilcox et al. (1978), Larson (1985), Bath et al. (1986) y Grossman et al. (1999). La trayectoria de la segunda y tercera lactación fue muy parecida con excepción de los primeros 75 días. Factores como el peso, la edad y el perfil nutricional pueden determinar las variaciones que resultan en la producción de leche y en consecuencia la estructura por el número de lactancia permite ponderar los puntos críticos de la fase de producción propiamente.



La persistencia lactacional fue más consistente en la tercera lactación, alcanzando el máximo de 21.35 kg/día a los 49 días después del parto, sin embargo, la producción de leche en los primeros 150 días para la segunda y cuarta lactación estuvieron muy cerca entre ellas aunque la tercera fue ligeramente superior en su trayectoria por producción y estado lactacional (ver Gráfica XXXIV).

**Gráfica XXXIV: Trayectoria media de la producción de leche en la primera mitad del periodo lactacional.**



La propia curva de lactación es mejor definida cuando mayor es el intercepto y mayor sea el máximo alcanzado tal como ha descrito Grossman et al., (1999) ya que los puntos de inflexión cambian de conformidad con las exigencias nutricionales para sostener el proceso de síntesis láctea (NRC, 2001) y el balance de nutrientes (Lucy, 2003). Estas mismas curvas de producción son

convertibles a los requerimientos nutricionales de proteína energía calcio y fósforo así como en la necesidad de alimentación según la demanda de materia seca carbohidratos estructurales y agua establecidos para la vaca lechera en producción (NRC 1989 2001) La utilidad en la proyección nutricional deberá incluir los ajustes adicionales por peso corporal locomoción y pastoreo estrés calórico condición corporal al parto y contenido de grasa y proteína de la leche (NRC 2001 Arauz 2010)

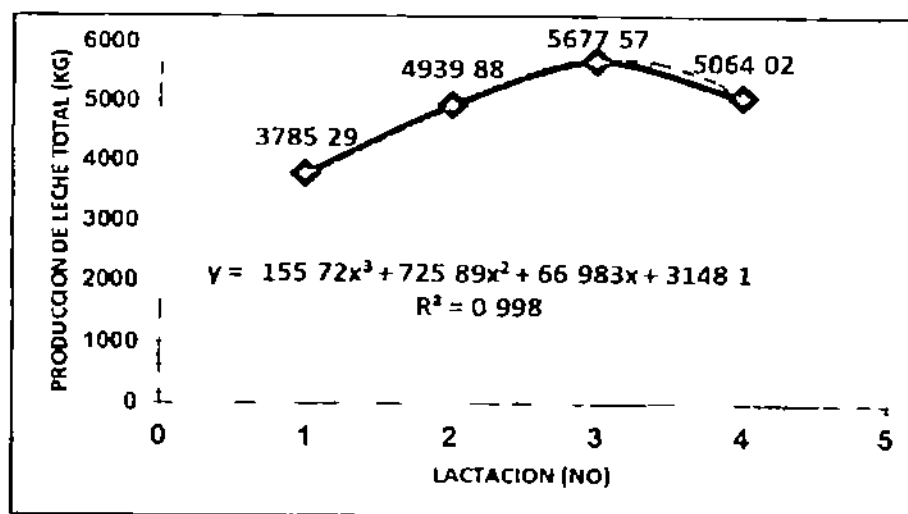
Los descriptores lactacionales de las primeras cuatro lactaciones en la raza Pardo Suizo fueron similares a los encontrados en la Holstein por Batista (2011) sin embargo las magnitudes críticas iniciales máxima y final se encuentran por debajo de la curva lactacional de la Holstein de acuerdo con las condiciones de Panamá pero están próximas al alcanzar el estado de madurez lactacional reflejada en la tercera lactación como se ha establecido en el patrón biolactacional de la vaca (Larson y Guidry 1985)

El modelo de Wood permitió examinar la trayectoria de la producción de leche en las primeras cuatro lactaciones en las vacas Pardo Suizo cuya trayectoria tuvo la misma tendencia que el patrón racial elite y estándar no obstante se observó una diferencia marcada con respecto al potencial elite para la raza que ha sido reportado de 9830 kg/año (Visser y Wilson 2006) Las producciones de leche encontradas para la 1ra 2da 3ra y 4ta lactación fueron 3785 29 4939 88 5677 57 y 5064 02 kg las cuales solamente representan el 38 51 50 25 57 75 y 51 51% de la cifra elite para la tercera lactación La distancia lactacional está

relacionada en principio con los factores genéticos (Wilcox et al 1978 McDowell 1985)) la nutrición y alimentación (Miller 1986 NRC 2001) el medio ambiente el estrés calórico (West 2003 Arauz 2010) y el propio manejo reproductivo del hato lechero (Nebel 1997 Fricke 1999)

La evolución de la eficiencia lactacional es expresa si observamos que en las primeras cuatro lactaciones se da una transición en la producción a 305 días desde 3785.29 a 4939.88 5677.57 y 5064.02 kg siendo la tercera lactación la que mayor magnitud presenta. En la Gráfica XXXV se presentan los valores medios estimados para las primeras cuatro lactaciones en las vacas Pardo Suizo y se observa la evolución positiva de la 1ra a la 3ra lactación no obstante se observa un deterioro lactacional entre la 3ra y 4ta lactancia ya que el cambio de es equivalente al 89.19% de la madurez en la 3<sup>ra</sup> fase de producción reproductiva

**Gráfica XXXV Producción láctea total estimada para 305 días en las primeras cuatro lactaciones en la raza Pardo Suizo**



Este cambio seria tolerable hasta en 97% representando una reducción máxima de 3% como indican Davis (1986) y Arauz (2010) mientras que en el actual caso la reduccion detectada fue del 10.81% evidenciando la presencia de factores de limitacion lactacional que en este caso no fueron detallados por la naturaleza de la investigacion propiamente

La eficiencia alcanzada en la tercera lactacion para las vacas Pardo Suizo en las condiciones antes descritas en el medio tropical doble ordeno mecanizado y suplementacion energetico – proteica con base en el pastoreo fue de 5677.57 kg sobre 9830 kg de referencia racial que equivale al 57.75%. Las cifras alcanzadas en la raza Pardo Suizo represento un maximo de 5677.57 Kg que equivale el 72.33 % de la produccion de leche en los Estado Unidos (7850 kg/ano) segun los valores presentados por Rick et al (2010) lo cual es mucho mas favorable que la comparacion con los valores presentados por Visser y Wilson (2006) ya que son hatos de alta tecnologia y manejo estandar

No es la intencion compara nuestros resultados con la cifra racial elite sin embargo es una medida para ponderar cuanto hace falta en terminos de la tecnologia lechera tropical en nuestras condiciones si la meta es hacia la produccion maxima por biologia y genetica. Los factores que pueden estar incidiendo negativamente son principalmente el microambiente calorico que puede reducir la produccion hasta en 38% (Arauz 2006, 2010) el perfil de alimentación y nutricion lactacional que no presenta un balance nutricional favorable para sostener la capacidad de produccion (NRC 2001, Lucy 2003) el

manejo reproductivo deficiente (Nebel 1997) y el manejo inherente a la actividad lechera con actividades como el pastoreo la caminata y sus consecuencias en el balance energetico y calorico (Arauz 2006 2010)

## **9 Aplicación de la curva de lactación para el calculo de los requerimientos de alimentación y nutrición en la vaca Pardo Suizo en Hacienda Buena Vista**

La somatometria de Hacienda Buena Vista indico que las vacas en producción con uno dos y tres partos presento un peso de 478 509 y 552 kg mientras que el perfil tipico de la lactacion se encuentra descnto por las medias de la producción diana por semana con un ajuste de 4 0% de grasa lactea Por otro lado esta finca presento una temperatura maxima diurna entre 33 y 35 6°C como limite superior del estres calorico La caminata es de 1 5 km dianos por razones del traslado de la galera a los potreros y viceversa mas el pastoreo

El requerimiento nutncional diano para las vacas adultas con 550 kg de acuerdo con la NRC (1989) seria  $EN_{leche} 9.09 \times 1.30 = 11.82 \text{ Mcal}$  Proteina 386 g Calcio 22 g y Fosforo 16 g mientras que la base por kilogramo de leche con 4% de grasa es  $EN_{leche} 0.74 \text{ Mcal}$  Proteina 90 g Calcio 3.21 g y fosforo 1.98 g Si la curva de lactacion es descrita como normal o tipica entonces su trayectoria es llevada a la dinamica de los requerimientos nutncionales como se puede ver en el siguiente Cuadro y en la Grafica XXXVI En consecuencia la dinamica de los requerimientos en alimentacion y nutricion pueden aplicarse para el manejo

inherente y facilitar aspectos como la adecuación de la dieta en cantidad y concentracion por produccion y economia (Hutchinson 2003 Arauz 2020)

**Cuadro XLIX DINAMICA DE LOS REQUERIMIENTOS EN ALIMENTACIÓN Y NUTRICION SEGUN LA CURVA LACTACIONAL EN VACAS PARDO SUIZO EN EL TRÓPICO HUMEDO Y PASTOREO**

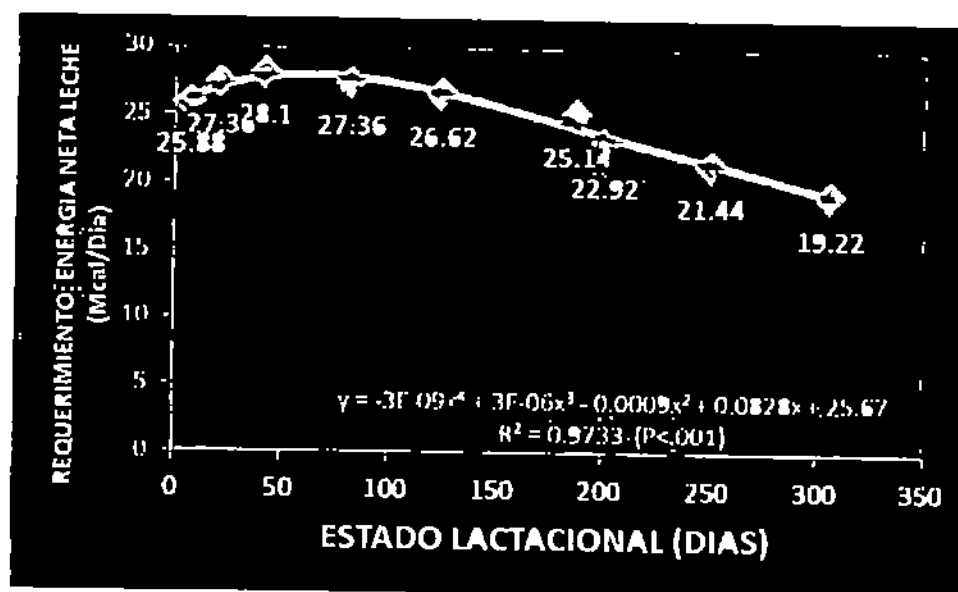
		Requerimiento Total (Mantenimiento + Ajustes + Produccion)					
Estado Lactacional (dias)	Prod de Leche (kg/dia)	MS % pv Kg/dia	CE (kg)	EN <sub>leche</sub> (Mcal)	Proteina (g)	Calcio (g)	Fosforo (g)
7	19	2 9 15 95	2 71	25 88	2096	82 99	53 62
21	21	3 08 16 94	2 88	27 36	2276	89 41	57 68
42	22	3 16 17 35	2 99	28 10	2366	92 62	59 66
82	21	3 08 16 78	2 88	27 36	2276	89 41	57 68
124	20	3 02 16 61	2 82	26 62	2186	86 20	55 70
187	18	2 89 15 89	2 70	25 14	2006	79 78	51 64
200	15	2 69 14 80	2 52	22 92	1736	70 15	45 17
250	13	2 55 14 00	2 38	21 44	1556	63 73	41 74
306	10	2 28 12 54	2 13	19 22	1286	54 10	35 80

Adaptado segun la NRC (1989 2001) MS = matena seca CE = Carbohidratos Estructurales

De igual forma el conocimiento de la curva lactacional y la trayectona de los requerimientos nutricionales son correlacionados con la densidad de los nutrientes y los factores de alimentacion (ver Cuadro XLVI) para ser expresados en funcion de la materia seca y a la vez relacionarla con los estandares de

alimentación (Miller 1986) y de nutrición establecidos para el mantenimiento y la producción de leche (NRC 2001)

**Gráfica XXXVI** Dinámica del requerimiento de energía neta lactacional por estado lactacional en la vaca Pardo Suizo en su tercera lactación



La densidad de la energía proteina calcio y fosforo pueden ser adecuados siguiendo la referencia del NRC (1989 2010) y las características regionales para buscar la mejor nutrición durante la fase de producción e incorporar el manejo pertinente para hacer los ajustes en alimentación cuidado el sistema digestivo y la capacidad de producción y la composición de la leche según la raza

El principio de la biología lactacional para la vaca lechera en producción permite hacer la adecuación en alimentación y nutrición aplicada para regular el

suministro de alimentos cuidando las necesidades nutricionales por mantenimiento y producción evitando así caer en los excesos o deficiencias que pueden afectar negativamente la producción de leche propiamente y su rentabilidad

**Cuadro L COMPOSICION DE LA MATERIA SECA PARA LA DIETA DE LA VACA EN LACTACION SEGUN EL PERFIL LACTACIONAL DINAMICO**

Requerimiento Total (Mantenimiento + Ajustes + Producción)							
Estado Lactacional (días)	Prod de Leche (kg/día)	MS % pv Kg/día	CE (kg)	EN <sub>leche</sub> (Mcal/kg)	Proteína Total %	Calcio %	Fosforo (g)
7	19	2.90 15.95	2.71	1.622	13.14	0.52	0.33
21	21	3.08 16.94	2.88	1.621	13.44	0.53	0.34
42	22	3.16 17.35	2.99	1.620	13.64	0.53	0.34
82	21	3.08 16.94	2.88	1.615	13.44	0.53	0.34
124	20	3.02 16.61	2.82	1.603	13.16	0.52	0.35
187	18	2.89 15.89	2.70	1.582	12.62	0.50	0.33
200	15	2.69 14.80	2.52	1.548	11.73	0.47	0.32
250	13	2.55 14.00	2.38	1.531	11.11	0.48	0.30
306	10	2.28 12.54	2.13	1.532	10.27	0.43	0.29

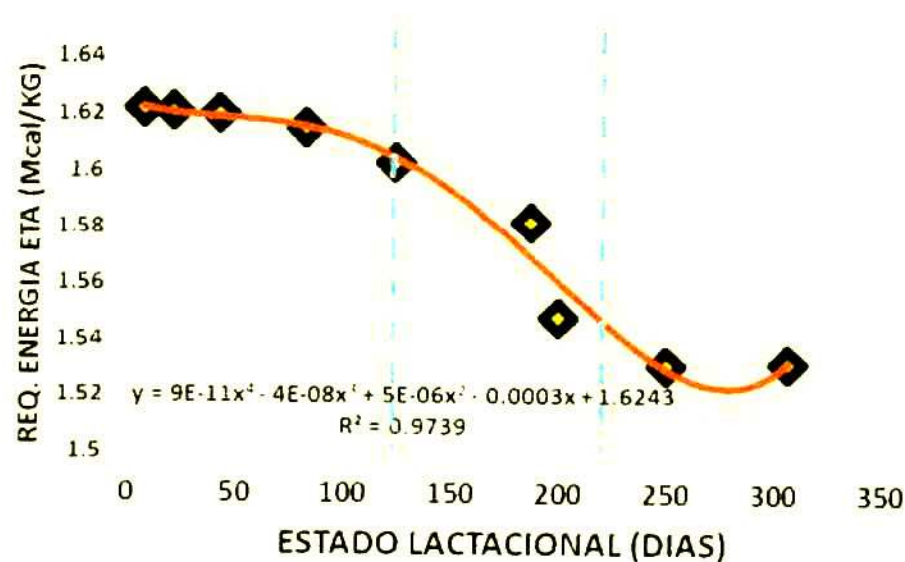
Adaptado según la NRC (1989)

Igualmente la concentración de un nutriente como la Energía Neta Lactacional puede ser revisado y ajustado para aplicarse al manejo de la alimentación



tomando en cuenta las necesidades totales y el requisito por economía y rentabilidad lechera, tal como se observa en la Gráfica XXXVII. En la misma se puede observar tres áreas asociadas con la curva del requerimiento energético diario total, destacándose la fase A que se identifica con el consumo de una dieta cuya materia seca es relativamente alta para compensar la limitación inicial en el apetito (NRC, 2001), la zona media con una reducción en la densidad energética de la materia seca y la última o fase C que presenta una tendencia curvo lineal para incluir el mantenimiento, la producción y el requerimiento fetal en su fase inicial.

**Gráfica XXXVII: Tendencia del requerimiento diario de energía neta lactacional para la materia seca según los requerimientos de materia seca y energía neta lactacional según la curva de lactación.**



El seguimiento lactacional permite valorar el modelo de alimentación y este a su vez facilita los cambios y ajustes para cumplir con los requerimientos por alimentación y nutrición con sentido gerencial y económico como determinantes de la eficiencia en la producción lechera con énfasis en el medio tropical

Las enmiendas tecnológicas y zootécnicas deberán ser consideradas para demostrar su beneficio en las condiciones del clima tropical y en el marco del modelo de alimentación con pastoreo. Todo sugiere que de acuerdo con las condiciones tecnológicas en las que se generó los datos biológicos lactacionales y reproductivos es posible incrementar la producción de leche en la vaca Pardo Suizo si se realizan los ajustes en el manejo técnico intensivo para aprovechar la capacidad genética y funcional sobre todo si se mantiene un programa de mejora genética con miras a la capacidad estructural y funcional con longevidad prolongada con la meta de seis a ocho lactaciones en la vida útil por producción salud y economía lechera. En la actualidad toca hacer los ajustes nutricionales para que la alimentación de la vaca lechera en producción de tal manera que se favorezca el cumplimiento de los requerimientos nutricionales la reducción de los costos de alimentación y la utilización de los alimentos más convenientes en el sistema de producción lechera tropical (Miller 1986 NRC 1989 2001). En consecuencia la curva de lactación constituye una base de datos esenciales para la toma de decisiones que determinan el manejo de la alimentación y de la reproducción lo cual se encuentra relacionado con la forma operativa y la economía de la empresa lechera moderna y por ende debe reunirse todas las características necesarias para describir la trayectoria de la producción de leche



El seguimiento lactacional permite valorar el modelo de alimentacion y este a su vez facilita los cambios y ajustes para cumplir con los requerimientos por alimentacion y nutricion con sentido gerencial y economico como determinantes de la eficiencia en la produccion lechera con enfasis en el medio tropical

Las enmiendas tecnologicas y zootecnicas deberan ser consideradas para demostrar su beneficio en las condiciones del clima tropical y en el marco del modelo de alimentacion con pastoreo. Todo sugiere que de acuerdo con las condiciones tecnologicas en las que se genero los datos biologicos lactacionales y reproductivos es posible incrementar la produccion de leche en la vaca Pardo Suizo si se realizan los ajustes en el manejo tecnico intensivo para aprovechar la capacidad genetica y funcional sobre todo si se mantiene un programa de mejora genetica con miras a la capacidad estructural y funcional con longevidad prolongada con la meta de seis a ocho lactaciones en la vida util por produccion salud y economia lechera. En la actualidad toca hacer los ajustes nutricionales

## **V CONCLUSIONES**

- 1º El entorno físico de Hacienda Buena Vista en la época seca y lluviosa mostro la presencia de las condiciones necesarias para garantizar el estres calorico entre ligero (epoca lluviosa) a marcado (epoca seca) lo cual es detenorante de las condiciones fisiologicas y productivas del ganado lechero especialmente en la fase diurna y durante la epoca seca
- 2º El perfil de alimentacion sectoral para las vacas en lactacion evidencio un soporte energetico para una producción de leche de hasta 25 kg/dia con una dependencia nutricional a partir del forraje verde el alimento concentrado el heno y la melaza como las principales fuentes de alimentacion para la fase de produccion
- 3º El modelo de alimentacion plantea un balance negativo de materia seca carbohidratos estructurales y energia neta lactacional durante todo el periodo de produccion asi como un ligero excedente de proteina total siendo el deficit de energia y el exceso de proteina total mas notables al aumentar el estado lactacional de las vacas en produccion
- 4º La epoca anual constituye uno de los factores que afecta la producción de leche en los pnmeros 100 dias de la lactacion ya que modifica su

trayectoria en forma interaccional con el número de la lactación resultado el mayor grado de influencia en la segunda y tercera lactación

- 5º El número de la lactación afecta la producción de leche total acumulada en 305 días de manera irregular ya que en las primeras tres lactancias se produce un incremento total que asciende al 26% mientras que a partir de la sexta y séptima lactancia se produce una reducción que alcanza el 19.5% con marco referencial hasta la décima fase de producción postparto según el ciclo reproductivo en la vaca Pardo Suizo
- 6º El período seco previo y el intervalo entre parto modifican la producción de leche en 100 y 305 días cuando se incluye como factor de variación primaria las primeras diez lactaciones siendo los efectos más drásticos en la transición de adaptación biolactacional en las primeras tres lactaciones y a partir de la sexta lactancia por razones de deterioro longevo y metabólico
- 7º La producción de leche total real a 100 y 305 días se mantuvo en las vacas Pardo Suizo según el patrón biológico ampliado para la vaca lechera hasta la octava lactancia a partir de la cual se marcó el deterioro en la capacidad de producción por el efecto de la longevidad pero manteniendo una gradiente aceptable hasta la décima lactación
- 8º Las primeras cinco lactaciones mostraron una relación irregular sobre el período abierto siendo la mayor influencia en la segunda y tercera lactación al coincidir con el mayor tiempo postparto para alcanzar el establecimiento de la nueva gestación

- 9° El aumento de la producción de leche en los primeros 100 días entre 1500 y 2000 kg y de 4000 a 5000 kg en 305 días estuvo correlacionado con el aumento del periodo abierto de 120 hasta 195 días en vacas Pardo Suizo que no recibieron ninguna intervención hormonal para manipular el ciclo estral a través de la suplementación del hipotálamo pituitario y ovarios
- 10° El aumento de la producción de leche produce un efecto conjunto con la maduración fisiológica y somática en las primeras tres lactaciones generando un aumento en la cantidad de los servicios por concepción lo cual es superado una vez se alcanza la madurez corporal
- 11° La estructura de la curva de lactación según el modelo de Wood mostró el efecto modificante del número lactacional y del tiempo postparto siendo ambos el principal complejo descriptor de la tendencia compuesta por una fase moderada de incremento el vector estable de corta duración y la fase larga de decadencia en la producción de leche
- 12° El perfil lactacional encontrado en las vacas Pardo Suizo guarda una relación con el patrón biofuncional moderno sin embargo el mismo incluye la influencia supresora de las oscilaciones y limitantes de alimentación nutrición estrés calórico y manejo reproductivo lo cual conduce a que la magnitud lactacional acumulada se entre el 28 y 48% por debajo del patrón racial estándar y por ende se deriva que es posible alcanzar un aumento apreciable en la capacidad biolactacional y reproductiva a través del mejoramiento del manejo de la vaca Pardo Suizo en Panamá

## **VI RECOMENDACIONES**

- 1o Utilizar los registros lactacionales reproductivos y de salud para seleccionar las vacas de la raza Pardo Suizo por su longevidad funcional y económica siempre y cuando se mantenga la productividad por su buen desempeño biológico integral (reproducción salud producción)
- 2º Insertar adecuaciones en el manejo microclimático y la suplementación energética – proteica para determinar si la producción de leche ya demostrada puede incrementarse manteniendo el perfil genético a través de la inseminación artificial con la garantía de las pruebas de progenie
- 3º Aplicar la trayectoria de la curva de lactación para establecer las necesidades nutricionales con los ajustes para el mantenimiento incluyendo la caminata pastoreo y disipación calórica una vez se establece el potencial lechero por manejo y contribución genética con lo cual se puede administrar apropiadamente la alimentación de manera sectorial con el marco biológico y económico
- 4º Fortalecer el seguimiento reproductivo postparto de la vaca lechera Pardo Suizo en Panamá en la medida en que la producción aumenta sobre los 4000 kg por año mejor descrita por la producción a 100 días cuando supere los 1400 kg o el máximo de producción alcance los 18 kg/día para evitar la



amplificación del periodo abierto y el aumento de los servicios por concepción

- 5° El perfil de alimentación (materia seca carbohidratos estructurales agua) y nutricional (proteína energía) debe adecuarse a la curva de producción y el estado lactacional para minimizar la presencia del balance negativo ya que ello incide negativamente en el desempeño lactacional
- 6° Integrar el sistema de bioregistro para la producción lechera comercial en Panama como parte de las herramientas esenciales para el mejoramiento de las bases de datos poblacionales a través de la participación conjunta de la Facultad de Ciencias Agropecuarias con el Ministerio de Desarrollo Agropecuario el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panama la Cooperativa de Productores de Leche y la Asociación Nacional de Ganaderos de Panama en donde la Universidad de Panama se constituya el centro de acopio de todos los registros para el procesamiento y la utilización del sistema de bioregistro del País
- 7° Utilizar las bases de datos poblacionales en producción lechera para generar las características del crecimiento reproducción lactación y salud de los hatos lecheros al margen de orientar las políticas de investigación en el rubro leche de conformidad con los retos para el avance nacional y sin subestimar la realidad del productor nacional de acuerdo con el grado tecnológico de la actividad lechera y el sector geográfico nacional

## **VII BIBLIOGRAFIA**

- Ali T E y Schaeffer L R 1987** Accounting for covanance among test day milk yields in dairy cows **Can J Anim Sci** 67 637 642
- Arauz, E E 1994** Efecto de la disponibilidad del forraje verde sobre el consumo de materia seca y la dosificación de alimento concentrado para vacas en lactación en Panamá Informe de Investigación Departamento de Zootecnia Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Panamá
- Arauz E E 1995** Estrategia Nutricional y alimentaria de la Vaca Lechera Durante el Periodo de Producción en Panamá Revista Internacional el Ganadero
- Arauz, E E 1997** Efecto de la disponibilidad del forraje verde sobre el estado nutricional balance energetico y proteico y utilización del alimento concentrado en vacas lecheras en lactación
- Arauz E E 1999** Principales características e indicadores zootécnicos cuantitativos de las fincas productoras de leche en la República de Panamá Curso de Ganadería de Leche Departamento de Zootecnia Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Panamá
- Arauz E E 2004** Manejo Reproductivo del Hato Lechero en Condiciones del Tropico Humedo en Panamá En Curso de Producción Lechera Tropical Programa de Maestría en Producción Animal Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Panamá
- Arauz, E E 2005** Importancia Nutricional del Sistema de Alimentación Control Reproductivo Postpartum de la Vaca Lechera Sistema de Registro y Manejo Bioclimático como Estrategia para Mejorar la Eficiencia de la Producción Lechera en Panamá
- Arauz E E 2005a** Efectos de la Tensión Calórica Durante la Época Seca Sobre la Producción de Leche y el Desempeño Reproductivo en el Ganado Lechero en el tropico Rev Agropecuaria Ecos del Agro Enero p 30 31
- Arauz E E 2005b** Importancia Nutricional del Sistema de Alimentación Control Reproductivo Postpartum de la Vaca Lechera Sistema de Registro y Manejo Bioclimático como Estrategia para Mejorar la Eficiencia de la Producción Lechera en Panamá

**Arauz E E 2006a** Efecto de la Sombra Artificial Sobre el Comportamiento de lecheras Cruzadas (6/8 *Bos taurus* x 2/8 *Bos indicus* en Lactación Durante la Época Seca Departamento de Zootecnia Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Panama

**Arauz E E 2006b** El Estrés Calórico y Sus Efectos Negativos Sobre la Fisiología Metabolismo Reproductivo y Eficiencia de la Producción en el Ganado Bovino de Leche Conferencia en el Congreso Científico Agropecuario Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Panama

**Arauz E E 2006c** Manejo Reproductivo del Hato Lechero en Condiciones del Trópico Húmedo en Panama En Curso de Producción Lechera Tropical Programa de Maestría en Producción Animal Facultad de Ciencias Agropecuarias Vicerrectora de Investigación y Postgrado Universidad de Panama

**Arauz, E E 2007a** Principales limitantes técnicas de la producción lechera y medidas para mejorar la productividad en Panama Conferencia técnica en el día de Campo del Banco Nacional Celebrada en la Hacienda Berard Volcán

**Arauz, E E 2007b** Perfil de las razas lecheras En Producción Bovina de Leche Programa académico de la Carrera de Ingeniero Zootecnista Departamento de Zootecnia Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Panama

**Arauz, E E 2008a** Evaluación funcional y selección de las vacas y progenies según los registros de la finca lechera para incrementar la productividad Conferencia Magistral XII Congreso Internacional de Ganado Lechero APROGALPA Ciudad de Volcán Provincia de Chiriquí República de Panama

**Arauz E E 2008b** Principales productos nutraceúticos de uso reproductivo en el ganado bovino de leche y carne En Manejo nutricional de la reproducción postpartum en la vaca lechera En Producción lechera Tropical Programa de Maestría en Producción Animal Facultad de Ciencias Agropecuarias Vicerrectoría de Investigación y Postgrado Universidad de Panama

**Arauz E E 2009** Efecto del consumo de energía neta y proteína sobre la producción de leche y el desempeño reproductivo postpartum en vacas primíparas Holstein y pardo suizo en tres sistemas de alimentación para la producción lechera grado A VIII Congreso de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Panama

- Arauz E E 2009** Importancia del microambiente para el desempeño fisiológico y efectos negativos del estrés calórico sobre la capacidad fisiológica y de producción en los caprinos y ovinos. Departamento de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. Publicación en Internet [www.engormix.com](http://www.engormix.com)
- Arauz E E 2009** Manejo integral y cuidado estratégico de la vaca lechera primeriza desde la gestación hasta el secado. Congreso Internacional de Producción Lechera. Hotel Bambito. Volcán Chiriquí. República de Panamá.
- Arauz, E E 2010** Principales registros biológicos para evaluar la capacidad funcional de la vaca lechera y su importancia para mejorar el manejo y la eficiencia en la producción lechera. Depto. de Zootecnia. Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias de Chiriquí (CEIACHI). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. Publicado en Internet [www.engormix.com](http://www.engormix.com)
- Arauz, E E Fuentes, A y Méndez N 2010** Alteración diurna de la carga calórica corporal e interrelación de las temperaturas rectal y láctea en vacas cruzadas (6/8 *Bos taurus* x 2/8 *Bos indicus*) Pardo Suizo y Holstein bajo estrés calórico diurno durante la época seca en el clima tropical húmedo (Daytime alteration of body heat load and relationship between rectal and milk temperatures in crossbred (6/8 *Bos taurus* x 2/8 *Bos indicus*) Brown Swiss and Holstein lactating cows under heat stress during summer time in the humid tropical climate) 2010. Volumen 11. Número 11. <http://www.vetennana.org/revistas/redvet/n111110/111002.pdf>
- Arauz<sup>1</sup> E E y E A Montero<sup>2</sup> De Armas, R<sup>3</sup>, 2009** Efecto del consumo de energía neta y proteína sobre la producción de leche y el desempeño reproductivo postpartum en vacas primíparas Holstein y Pardo Suizo en tres sistemas de alimentación para la producción lechera grado A. Conferencia desarrollada en el Congreso Nacional de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Panamá. Panamá.
- Arauz E E 1995** Estrategia para la alimentación de la vaca lechera en lactación en el trópico. Revista internacional El Bramadero. Panamá.
- Arauz E E 2001** Nutrición y alimentación del ganado lechero en el trópico. En Producción lechera tropical (PMA 746). Programa de Maestría en Producción Animal. Departamento de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vicerrectora de Investigación y Postgrado. Universidad de Panamá.
- Arauz, E E 2006** El estrés calórico y sus efectos negativos sobre la fisiología, metabolismo, reproducción y eficiencia de la producción en el ganado bovino.

de leche IX Congreso científico Agropecuario Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Panama

**Arauz E E 2008a** Evaluacion funcional y seleccion de las vacas y progenies segun los registros de la finca lechera para incrementar la productividad Conferencia dictada en el XIII Congreso Internacional de Producción Lechera Aprogalpa Hotel Bambito Volcan Chiqui Panama

**Arauz E E 2008b** Importancia del forraje verde y el alimento concentrado para la produccion lechera tropical En Produccion lechera tropical (MPA 746) Programa de Maestria en Produccion Animal Departamento de Zootecnia Facultad de Ciencias Agropecuanas Vicerrectona de Investigacion y Postgrado Universidad de Panama

**Barnis, H 2004** Condicion corporal consume de matena seca y produccion de leche a traves de la lactacion Departamento de Ciencia Animal Universidad de Florida FI USA

**Bath, D L F N Dickinson, A Tucker y R Appleman 1986** Ganado Lechero Principios Practicas Problemas y Beneficios 2da Edicion Mexico Nueva Editoral Interamericana pag 319 362

**Batista J R 2011** Caracterizacion lactacional y reproductiva e interrelación de los indicadores de la producción y la fertilidad en vacas Holstein y pardo suizo en lecherias grado a en el medio tropical Tesis de Maestria Vicerrectoria de Investigacion y Postgrado Universidad de Panama

**Bauman, D E and Currie W B 1980** Nutrients partitioning during pregnancy and lactation A review of mechanisms involving homeostasis and Homeorrthesis Journal of Dairy Science 63 1514 1529

**Baumrucker C R 1983** Endocrine regulation in the mammary gland and metabolism in the dairy cow Dairy Science Department Penn State University USA

**Bazer F W and First N L 1983** Pregnancy and Parturition Journal of Animal Sciences 57 426 – 460

- Borquis\*,R A M Muñoz Berrocal H Tonhati Roberta Cristina Sesana y Naudin Hurtado Lugo 2008** Modelacion para ajuste de la curva de lactación usando funcion lineal no lineal y polinomios segmentados en ganados con alto grado de sangre Brown Swiss International Research for Rural Development 20 8
- Butler W R 2000** Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle Anim Reprod Sci 60-61 449-457
- Butler, W R and R D Smith 1989** Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle Journal of dairy science 72 767 783
- Call P E 1978** Economy associated with calving intervals En Large Dairy Herd Management Edited by Wilcox et al University Presses of Florida Florida USA Pag 190 – 200
- Cole H H 1976** La reproduccion en los animales domesticos En Produccion Animal Editorial Acribia Zaragoza Espana
- Collier R J and D K Beede 1984** Heat Stress Influences on Dairy animal Health and Production Dairy Science Department Institute of Food and Agricultural Sciences University of Florida Gainesville Florida USA
- Colmenares A 2008** El bufalo y su potencial lechero Boletin Tecnico
- CRI 2010** Genetic improvements and reproduction for dairy cattle
- CRIPAS 2009** Centro regional de informatica para la produccion animal sostenible Programa Computarizado Vampp Bovino
- Curtis, E 1981** Psicometric approach to determine heat stress in animal production Environmental Management in Agriculture
- Davis C 1992** Alimentacion de la vaca alta productora En Dinamica de peso corporal produccion de leche y actividad ovarica en Vacas Pardo Suizo primiparas y multiparas durante los primeros 120 dias de la lactacion 79 80 p p
- Davis C and Head H H 1986** Factors affecting milk rate synthesis and milk production Conference in Mammary Gland Physiology Dairy Science Department University of Florida Florida USA

- De Armas R 2008** Fallas reproductivas e influencia en la producción bovina  
Curso de Reproducción Animal Programa de Maestría en Producción  
Animal VIP Universidad de Panamá
- De Vries M J and R F Veerkamp 2000** Energy Balance of Dairy Cattle in  
Relation to Milk Production Variables and Fertility J Dairy Sci 83 62–69 62
- DeLaval laboratorios 2008** The lactating dairy cow What is special about a  
lactating animal? Internet
- Duby T R and R W Prange 2003** Physiology and endocrinology of the  
estrous cycle Dairy Integrated Reproductive Management University of  
Massachusetts USA
- Edmondson A J, Lean I J Weaver L D Farve, T and Webster G 1989**  
A body condition scoring chart for Holstein dairy cows En J Dairy Science  
72 68 – 78
- Elanco Co laboratorios, 2004** La condición corporal en la vaca lechera y su  
importancia en los programas de alimentación durante la lactación
- Ensminger E 1980** World dairy production Evolution and Dairying En Dairy  
Cattle Science
- Erb R E and U S Ashworth 1960** Relationships between age body weight  
and yield of dairy cows Department of Dairy Science Washington State  
University Pullman WSU USA
- Enberto G 2007** Relación del manejo nutricional prepartum y durante la fase  
crítica lactacional con el desempeño reproductivo y lactacional en vacas  
Holstein y Pardo suizo en fincas lecheras grado A en la cuenca lechera de  
Bugaba
- Fergusson, J D Y Chalupa W 1989** Impact of protein nutrition on  
reproduction in dairy cows Journal Dairy Science 72 746 766
- Ferns, T A, Mao, I L, Anderson C R 1985** Selecting for lactation curve and  
milk yield in dairy cattle J Dairy Sci 68 1438-1448
- Fricke, P M 1999** Reproductive Management of Dairy heifers and Cows  
Department of Dairy Sciences University of Wisconsin USA

- Fuentes A, E E Arauz P Guerra y R De Armas 2003** Desempeño Fisiológico Lactacional y Reproductivo en Vacas Holstein en Condiciones de Producción Intensiva en la Zona Baja de Panamá Tesis de Maestría en Producción Animal Departamento de Zootecnia Facultad de Ciencias Agropecuarias Vicerrectoría de Investigación y Postgrado Universidad de Panamá
- Gill J, 1978** Designs and Analysis of Experiments in Animal and Medical Science Iowa State University Ames Iowa USA
- González E 2007** Caracterización de los indicadores reproductivos en fincas lecheras grado A en la cuenca lechera de Bugaba Tesis de Licenciatura en Zootecnia Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Panamá
- Grossman, G and W J Koops 2003** Modeling Extended Lactation Curves of Dairy Cattle A Biological Basis for the Multiphasic Approach J Dairy Sci 86 988-998
- Guerra R, De Gracia, M J Gómez 1995** Índices zootécnicos en fincas de doble propósito IDIAP Panamá
- Guidry, A J 1985** Mastitis and the Immune system of the mammary gland En Lactation Edited by Bruce Larson Iowa State University Press Ames Iowa USA, pag 220 – 262
- Hafez E S E 1996** Reproducción e Inseminación Artificial Ed McGraw Hill Interamericana
- Hansel, W and Convey E 1983** Physiology of the estrus cycle Journal Animal Science 57 Supply 2 404
- Hansen P J and C F Arechiga 1999** Strategies for Managing Reproduction in the Heat Stressed Dairy Cow J Animal Science Vol 77 pag 36 – 43
- Head, H H 1986** Mammary gland physiology and milk secretion En Advanced Physiology of Lactation Dairy Science Department University of Florida Florida USA
- Hernández, R y P Ponce 2008** Caracterización de la Curva de Lactancia y Componentes Lácteos del Genotipo Siboney de Cuba en una Granja Ganadera de la Provincia de la Habana Rev Cient (Maracaibo) v 18 n 3 Maracaibo jun 2008 Revista Científica ISSN 0798 2259 versión impresa



- Herrera J G y Barreras S A 2000** Otras aplicaciones del modelo de regresión En Manual de Procedimientos Analisis Estadístico de Experimentos Pecuarios Colegio de Postgraduados Montecillo Texcoco Mexico
- Holy, L 1987** Biología de la Reproducción Bovina Ed Científico – Técnica La Habana Cuba P 332
- Holy, L 2008** El ciclo estral en el ganado vacuno En Seminario Internacional de Transferencia de Embiones Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Panama
- Hutchinson L 1996** El manejo adecuado de la vaca seca para aumentar sus utilidades En Hoard's Dairyman Editorial Agrotecnica Mexico Pag 107 – 119
- Hutjens, M 2003** Alimentación de la vaca lechera Edited by Hoard's Dairyman USA
- Jainudeen M R y E S E Hafez 1989** Embarazo fisiología prenatal y parto En Reproducción e Inseminación Artificial en animales Editonal McGraw Hill Toronto
- Jordan, E R 2003** Effects of heat stress on Reproduction J Dairy Sci 86 E104-E114
- Laboratorios Bayer 2008** Pecutrin Boletín técnico
- Laboratorios Burnett, 2009** Desordenes metabólicos en la vaca de leche Boletín Informativo
- Laboratorios ELanco 2004** Condición corporal y morfometría de la vaca lechera
- Larson, B 1974** The mammary gland function and milk production En Lactation volume II Edited by B Larson New York USA
- Larson, B y Guidry E 1985** Biosynthesis and cellular secretion of milk En Lactation Edited by B Larson Iowa State University Press Ames Iowa USA Pag 129 – 163
- Leach M C and R D Allrich 1991** Reproduction of Dairy Cattle Postpartum disorders Cooperative Extension Service Perdue University USA

- Lucas, H L 1974** The lactation curve and persistency En Design and analysis of feeding expernents with milking dairy cattle North Caroline State University Raleigh USA 1-1 al 2 22
- Lucy M C 2003** Mechanisms linking nutrition and reproduction in post partum dairy cows Reproductive Supplement 61 415 – 427
- Mader T L M S Davis and T Brown Brandl 2006** Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle J Anim Sci 84 712–719
- McDonald L E 1989** Patrones de reproduccion En Endocrinologia Veterinaria y Reproduccion Editonal McGraw Hill México Pag 379 – 387
- McDowell R E 1985** Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk health and fitness J Dairy Sci 1985 68 2418
- McDowell, R 1981** Feed intake and energy requirements during cold stress En Effect of Environment on Nutnent Requirements of Domestic Animals National Research Council Acad of Sciences WA USA Pag 77 – 82
- Méndez N 2007** Problemas de salud animal que limitan la produccion animal en Panama En Curso de salud en el programa de Maestria en Produccion animal Departamento de Zootecnia Facultad de Ciencias Agropecuanas Vicerrectoria de Investigacion y Postgrado Universidad de Panama
- Méndez, N 2007** Problemas de salud animal que limitan la produccion animal en Panama Curso de salud en el programa de Maestria en Produccion animal VIP Universidad de Panama
- Mephram T B 1983** Potential milk production and mammary gland efficiency according to body weight En Biochemistry of Lactation Elsevier Sciences Publishers
- Mess Vayen, D 1997** El registro computarizado y los indices reproductivos Programa de Capacitacion sobre el Programa Vampp Leche Anagan David
- Mess, V 1997** Registros y evaluacion de la produccion lechera El sistema vampp leche para el registro computarizado Seminario sobre el registro computarizado a traves del Programa Vampp Facultad de Medicina Veterinaria Universidad de Costa Rica Heredia Costa Rica
- Miller J W 1986** Nutricion y Alimentacion del Ganado Lechero Editorial Acnbia España

- Mills Company 2010** Diamond V XP (Cultivo de levaduras) USA
- Montero E A 2005** Perfil estatico y cinético del desempeño lactacional y reproductivo en vacas primiparas Holstein y Pardo Suizo en tres sistemas de producción lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí Tesis de maestría Universidad de Panamá
- Morrow, D 1983** Physiology and control of parturition in dairy cattle En Theriogenology Sander Bros Company New York USA
- National Academy of Sciences 1981** Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals Subcommittee on Environmental Stress National Pag 77 – 82 ISBN 0 309 53374-0 168 pages 6 x 9 (1981)  
<http://www.nap.edu/catalog/4963.html>
- National Research Council 1989** The nutrient requirement of dairy cattle Seventh edition National Academy Press Washington USA
- National Research Council 2001** The nutrient requirement of dairy cattle Seventh Edition National Academy Press Washington D C 381p
- Nebel, R 2006** Anatomy and Reproductive Physiology of Cattle Selected Reproductive Solutions Select Sires USA
- Nebel, R 2006** Anatomy and Reproductive Physiology of Cattle Selected Reproductive Solutions Select Sires USA
- Nebel R, 1997 1998 1999** Your Herd's Reproductive Status Virginia Cooperative Extension Virginia State University Publication Number 404-005 USA
- Nebel R 1998** Your Herd's Reproductive Status Virginia Cooperative Extension Virginia State University Publication Number 404-005 USA
- Nickerson S C y Philpot M 1987** Development of Mastitis En Dairy Research Report Hill Farm Research Station Louisiana Agricultural Experiment Station Louisiana State University Louisiana USA (Pag 175 – 182)
- NRC 2001** Nutrients Requirements of Dairy Cattle 7<sup>th</sup> Ed Washington D C Natl Acad Press USA

**NRC 1989** Nutrient Requirement of Dairy Cattle Washington D C Natl Acad Press USA

**NRC 1989** Nutrients Requirements of Dairy Cattle 6<sup>th</sup> Ed Washington D C Natl Acad Press USA

**Oetzel C R 1997** Improving reproductive performance in dairy cattle via milk fever prevention The Bovine Proc 20th Annual Meeting American Association of Bovine Pract p52

**Peaker M and Knight C H, 1982** Development of the mammary gland J Reprod Fert 65 521 536

**Philpot W N and S C Nickerson 1992** Mastitis El Contra Ataque Hill Farm Research Station Louisiana Agricultural experiment Station Louisiana State University Agricultural Center Homer Louisiana LA USA

**Pukite, J 1998** A Field Guide to Cows How to Identify and Appreciate America's 52 Breeds University of Minnesota USA ISBN 0-14-02 7388 3

**REDVET** Rev electron vet <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> - <http://revista.vetennana.org> Vol 11 N° 11 Noviembre/2010 <http://www.vetennana.org/revistas/redvet/n111110.html>

**Rhoads, M L R P Rhoads\* M J VanBaale,\* R J Collier\* S R Sanders,\* W J Weber,† B A Crooker,† and L H Baumgard\* 2009** Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows I Production metabolism and aspects of circulating somatotropin  
\*Department of Animal Sciences University of Arizona Tucson 85721  
†Department of Animal Science University of Minnesota St Paul 55108  
Journal of Dairy Science Vol 92 No 5 Pag 1986 1977

**SAS 1997** General Lineal Models and Analysis of Variance – Covariance Regression Analysis and Partial Correlation Statistical Analysis System North Carolina State University Raleigh NC USA

**Schmidt D L y Van Vleck 1974** Bases Científicas de la Producción Lechera Ed ACRIBA Zaragoza España

**Senger, P L 1997** The Estrous Cycle in the Cow En Pathway to Pregnancy and Parturition Current Conceptions Inc Washington State University Research & Technology Pag 119 – 128

- Sorensen M T J V Nørgaard P K Theil, M Vestergaard and K Sejrsen 2006** Cell Turnover and Activity in Mammary Tissue During Lactation and the Dry Period in Dairy Cows *J dairy Science* 89 4632 – 4639
- Sorensen A M 1982** Reproduccion Animal Principios y Practicas Editorial McGraw Hill Mexico
- Spain J , Spiers D Jackson S 2008** Pueden vencer las vacas el calor del verano *Hoards Dairyman en español* Septiembre 572-574 Mexico
- Stefanon B M Colitti G Gabai Ch H Knight and C J Wilde 2002** Mammary apoptosis and lactation persistency in dairy animals *Journal of Dairy Research Journal of Dairy Research* (2002) **69** 1 37 52 Cambridge University Press
- St Pierre N R B Cobanov and G Schnitkey 2003** Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries *Journal of Dairy Science* Volume 86 Supplement Pages E52-E77
- Togashi, K , Lin C 2003** Modifying the Lactation Curve to Improve Lactation Milk and Persistency *J Dairy Sci* 86 1487 1493
- Tucker H A 1985** Endocrine and neural control of the mammary gland *En Lactation* Edited by Bruce L Larson Iowa State University Press Ames Iowa USA Pag 39 77
- Vigortone & Co 1984 1988** Effect of dietary moisture on maximum dry matter intake in high producing dairy cows *En Dairy Feeding Program* Cedar Rapids Iowa USA
- Visser R y R Wilson 2006** Potencial de la produccion lechera segun los grupos raciales tipo leche *Horizons CRI*
- Warnick, A 1986** Reproductive indexes and performance of dairy and beef herds *Reproduction of Farm Animals* Animal Science Department University of Florida Florida USA
- Wattiaux, M 2003** The reproductive function of dairy cattle *Babcock Institute for Int Dairy Research and Development* University of Wisconsin USA
- West J W 2003** Heat Stress Affects How Dairy Cows Produce and Reproduce *Animal and Dairy Science Department* University of Georgia

**Wilcox, Ch , W Thatcher H H Head and B Harns 1978** Reproductive management and efficiency En Large Dairy herd management Edited by Ch Wilcox Flonda State University Presses Gainesville Flonda USA

**Wolfenson D Z Roth, and R Meidan 2000** Impaired Reproduction in heat-stressed Cattle Basic and Applied Aspects Animal Reproduction Science 60 61 535 547

**Wood P 1967** Algebraic model for lactation curve in cattle Nature 216 164 165 [www.vetmed.ucdavis.edu/vetext/inf DA/mastitis-on produc pdf](http://www.vetmed.ucdavis.edu/vetext/inf DA/mastitis-on produc pdf)

**Yousef M K 1985** Thermoneutral Zone for domestic animals En Environmental Physiology in Livestock Pag 67 – 73